# REVUE GÉNÉRALE DES
# SCIENCES
## PURES ET APPLIQUÉES

PUBLIÉE AVEC LE CONCOURS DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ET BULLETIN DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES



---

Tome LXII - 1955

*SOCIETE D'EDITION D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR*

**5, place de la Sorbonne - PARIS Ve**

**Adresser tout ce qui concerne la rédaction :**
**à M. R. CONSTANS, 5, place de la Sorbonne, Paris (V<sup></sup>e)**

**TARIF DE L'ABONNEMENT 1955**

**France, France d'outremer, Monaco, Sarre** .................... **900 francs**
**Etranger** .................... **1.000 francs**
Payable par mandats, chèques sur Paris et chèques postaux (compte Paris 5625.02)

# ÉDITORIAL

## SCIENCES ET TECHNIQUES EN INTERACTION (1)

Notre éditorial de 1953 (t. LX, p. 3-4) annonçait la soudure entre la Revue et l'Association française pour l'Avancement des Sciences. Cette soudure a eu pour objet l'étude des liaisons entre diverses disciplines, faite pour équilibrer les poussées démesurées, et d'intérêt souvent douteux, dans un seul secteur.

Dès maintenant, cette action se renforce en des conférences d'études entre spécialistes. On en appréciera la valeur en relisant certains articles. Dans le tome cité, entre bien d'autres, insignes, celui de M. J. Kémeny n'a-t-il pas une haute portée ? N'indique-t-il pas des progrès à réaliser au point de vue clinique tant qu'au point de vue thérapeutique ? Dosage plus rationnel, et mieux approprié à chaque sujet, des médicaments utiles. Et ici, l'arbitrage se laisse guider par une technique d'équations différentielles, offrant un nouveau champ d'efficacité aux machines à calculer, pour analyse de cas de référence assez nombreux.

Le t. LXI, si varié, a recueilli beaucoup d'approbations, auxquelles ont contribué des séances du dernier Congrès de l'AFAS à Poitiers. La belle leçon de M. J. Amiel sur les représentations symboliques en chimie, et l'étude de M. R. Jacquesson sur la plasticité des métaux sont, pour le choix de nos thèmes, des exemples à méditer. La première décrit on ne peut mieux les grandes lignes d'évolution des méthodes de recherche chimique sous l'influence des autres sciences, y compris l'électronique et la mécanique ondulatoire. La seconde est un exemple qui s'impose, pour souligner les cas où est sollicité le recours à diverses techniques scientifiques dans une recherche d'ensemble.

---

(1) Titre d'une série d'ouvrages en préparation, par quelques-uns de nos auteurs, dans la Collection Esprit et Méthode, amorcée par les livres que voici :
*Le déclin des absolus mathématico-logiques* (G. B. et J. Desgranges).
*Coup d'œil sur les origines de la Science exacte moderne* (P. Sergescu).
*Géographie mathématique* (P. Rossier).
*Vitesse et univers relativiste* (J. Abelé et P. Malvaux).
*Une enquête de trente-cinq ans sur les générations, de 1900 à 1934* (E. Bataillon, préface de Jean Rostand). Sous presse.

Aujourd'hui, dans un esprit voisin, M. Kivéliovitch développe ses recherches statistiques et le parti qu'il en tire dans des champs d'applications très variés, parmi lesquels celui des prévisions météorologiques. Un mouvement important se dessine. La Revue le développera de toutes ses forces.

G. BOULIGAND.

---

# LES LIVRES REÇUS

**APPELL (Paul).** — Traité de Mécanique rationnelle. Tome V : Eléments de calcul tensoriel (Gauthier-Villars, Paris). 3.000 francs.

**CÉSARI (P.).** — La Logique et la Science (Coll. Les Heures Scientifiques, Dunod, Paris).

**CHARLOT (G.) et BÉZIER (D.).** — Méthodes électrochimiques d'analyse (Masson et Cie, Paris). 700 francs.

**CHARLOT (G.), BÉZIER (D.) et GAUGUIN (R.).** — Analyse qualitative des ions. (Dunod, Paris).

**CALLEKA (Pedro di).** — Introduccion al Algebra vectorial (Publ. de l'Université de Cuyo).

**DERIBÈRE (M.).** — Les applications pratiques de la luminescence (Dunod, Paris), 3.300 francs, relié.

**DERIBÈRE (M.).** — La couleur dans les activités humaines (Dunod, Paris). 1.980 francs, relié.

**DUCHESNAY (Guy).** — Le risque thérapeutique. Prévention et traitement des accidents (Doin et Cie, Paris), 3.500 francs.

**FRANK-KARPOUICH.** — Gas dynamics of thin bodies (Interscience Publischers, New York). $ 5.75.

**HEILBRONN (Georges).** — Intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre par la méthode de Brach (Mémorial des Sciences Math. Gauthier-Villars, Paris), 1.300 francs.

**JULIA (G.).** — Cours de Géométrie infinitésimale. 2e Fasc. Cinématique et Géométrie cinématique (Gauthier-Villars, Paris), 1.500 francs.

**LAHARPE (FORMULAIRE DE).** — Tome 4 : Electrotechnique, Electronique, Télécommunications, Radioélectricité, Traction électrique (Dunod, Paris).

**MONDIEZ (A.).** — Cours de Physique industrielle. Tome II : Production et utilisation de la Chaleur (Gauthier-Villars, Paris), 4.300 francs.

**PÉTROVSKY.** — Partual Differential Equations (Interscience Publishers, Londres et New-York), $ 5.75.

**POLONOVSKI** (Michel). — Exposés annuels de Biochimie médicale, XVIe série (Masson et Cie, Paris). 2.200 francs.

**RIOBOUCHINSKY (Dimitri P.).** — Mémoires sur la Mécanique des fluides (Publ. Sc. et Tech. du Ministère de l'Aire, Paris), 3.000 francs.

**SANNIE (Charles).** — La recherche scientifique du criminel (Coll. Armand Colin, Paris), 250 francs.

**SUTCLIFFÉ (R. C.).** — Météorologie pour aviateurs (Ed. de la Revue d'Optique, Paris), 3.200 francs.

**TEXEREAU (Jean) et VAUCOULEURS (Gérard de).** — Astrophotographie d'amateur (Ed. de la Revue d'Optique, Paris). 800 francs.

Applications scientifiques de la Logique Mathématique (Gauthier-Villars, Paris), 2.200 francs.

Bulletin de l'Association technique Maritime et Aéronautique, n° 53, Session 1954.

Revue générale des Sciences
pures et appliquées
et Bulletin de l'Association Française
pour l'Avancement des Sciences

TOME LXII Janvier-Février 1955 Nos 1-2

# CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

## Pierre SERGESCU

*1893-1954*

Le 21 décembre dernier, la Roumanie a perdu en la personne du professeur Pierre Sergescu un de ses savants des plus représentatifs et la France un ami très fidèle. La disparition brutale de cet homme droit et généreux, qui avait consacré sa vie non seulement à la Science, mais encore à tous ceux qui travaillent dans ses perspectives d'universalité et d'humanisme, prive ses compatriotes d'un secours toujours disponible et ses amis français d'une présence lumineuse.

Né le 17 décembre 1893 à Turnu-Severin, Pierre Sergescu fut d'abord le brillant élève du lycée de sa ville natale, ville pittoresque située sur le Danube, à la sortie des célèbres Portes de Fer. A l'Université de Bucarest où il se rendit après avoir passé le baccalauréat ès Lettres et ès Sciences, il prépara à la fois la licence de philosophie et celle de mathématiques, poursuivant ainsi une culture largement étendue à laquelle il ne devait jamais cesser de donner tous ses efforts. Après avoir pris au début de la première guerre mondiale une part active à l'intervention de son pays aux côtés des Alliés, il réussit en 1916, malgré sa vue déjà très fragile, à se faire admettre dans le corps du génie, ce qui lui valut à la suite de l'offensive allemande un pénible internement de dix-huit mois en Bulgarie.

C'est après l'armistice de 1918 que Pierre Sergescu vint en France comme boursier d'études à l'Université de Paris, où il fut l'élève de nos grands mathématiciens et où la rencontre de Pierre Boutroux lui fit découvrir l'intérêt d'une discipline à laquelle sa vaste culture le préparait particulièrement : l'histoire des Sciences. C'est en Roumanie cependant qu'il acheva auprès du mathématicien Lalescu sa thèse de doctorat. Nommé en 1925 professeur à la

Faculté des Sciences de Cluj, il fonda une nouvelle revue « Mathematica », dont les trois tomes publiés de 1929 à 1948 occupent une place de choix dans les bibliothèques mathématiques du monde, assurant ainsi à la science roumaine un prestige mérité.

Disciple ou ami de la plupart des mathématiciens français, Pierre Sergescu ne négligea durant cette période aucune occasion de séjourner en France et de répondre ainsi à de nombreuses invitations de cours et conférences. En 1930 la rencontre d'Aldo Mieli, secrétaire perpétuel de l'Académie Internationale d'Histoire des Sciences, l'incita à s'orienter plus directement vers cette discipline, sans pour autant délaisser les mathématiques pures. Il participa à la plupart des congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences et aux congrès internationaux d'Histoire des Sciences dont il devait devenir après la seconde guerre mondiale l'un des principaux organisateurs. C'est dans ces rencontres amicales de savants d'origine et de discipline variées que Pierre Sergescu affirma son sens de l'humain, ses qualités de chaude sympathie, son goût pour les entreprises collectives susceptibles de rassembler les hommes autour d'un idéal assez haut et universel pour retenir le bien qui unit et éliminer l'éphémère qui divise.

Rentré en Roumanie en 1939 après la déclaration de guerre, il vécut dans son pays les heures les plus pénibles pour un homme animé de cette haute conception des rapports humains. Il eut à lutter sur tous les fronts. Résistant de son mieux à la politique de répression qu'un parti soutenu par l'étranger tentait d'instaurer dans l'Université roumaine, il hébergea et secourut de nombreux réfugiés polonais et des prisonniers français évadés. Nommé en 1944 recteur de l'Ecole Polytechnique de Bucarest par le nouveau gouvernement, il n'accepta qu'avec l'assurance que sa nomination n'interviendrait qu'après des élections libres. Continuant, comme il l'avait fait pour « Mathematica », à payer non seulement de sa personne mais de ses ressources financières personnelles pour l'œuvre d'enseignement et d'aide auprès des étudiants, il comprit que le durcissement du climat politique dans son pays l'empêcherait bientôt, plus encore que sa santé ébranlée, de tenir longtemps le flambeau de la liberté. En août 1946, cédant aux instances de ses amis parisiens qui avaient réussi à lui faire obtenir un visa pour venir en France faire quelques cours à l'Institut Henri Poincaré, il gagna le pays qui lui était une seconde patrie et qu'il ne devait plus quitter jusqu'à sa mort.

Les conditions matérielles difficiles qu'il connut immédiatement dans les premiers temps de son séjour et qui ne s'atténuèrent que lentement, ne l'empêchèrent pas, secondé par son énergique épouse, de secourir et de réconforter les nombreux étudiants roumains réfu-

giés à Paris. Il réussit à créer et à animer une Université Roumaine, dont une publication, le *Bulletin Scientifique Roumain*, manifeste une volonté de vivre remarquable et émouvante. Dès 1947, après avoir participé activement aux discussions du Conseil International des Unions Scientifiques sous l'instigation de l'UNESCO, Pierre Sergescu fut élu président de l'Académie Internationale d'Histoire des Sciences et secrétaire exécutif de l'Union Internationale. Confirmé dans ses fonctions aux Congrès Internationaux d'Amsterdam (1950) et de Jérusalem (1953), les décès successifs d'Aldo Mieli et de Pierre Brunet l'amenèrent à accepter la lourde charge de la revue des *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*.

Malgré tant de responsabilités dont chacune exige un travail considérable, des relations et des démarches incessantes, il réussit à poursuivre ses travaux personnels et la *Revue Générale des Sciences* en a bénéficié.

Mais les épreuves physiques et morales traversées avec un courage admirable avaient atteint profondément sa santé. Une première attaque le contraignit au début de 1954 à un séjour de trois mois à l'hôpital. Revenu chez lui, il se remit au travail tout en poursuivant avec ténacité les traitements douloureux qu'il espérait en mesure de lui rendre cette année ses possibilités de déplacement et d'action. Le 20 décembre 1954, après avoir encore travaillé tard dans la nuit avec quelques amis, il s'est endormi pour ne plus se réveiller.

Une telle vie force l'admiration et mérite d'être soulignée par ces quelques lignes bien imparfaites, les seules que dans la modestie et la simplicité de son cœur il eût sans doute admises.

Son œuvre mathématique, qui se situe surtout dans la période antérieure à 1930, ne s'est pas limitée à un secteur réduit des mathématiques. S'il s'est intéressé principalement à la théorie des polynômes et aux équations intégrales, il a donné dans de nombreux domaines très différents des mémoires originaux et particulièrement aux Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. La variété (1) empêche de situer avec précision une œuvre qui aurait

(1) Parmi les mémoires de Pierre Sergescu il faut citer :
Bul. Math. Soc. Roum. (1924) :
Noyaux symétrisables. - Théorème de Laguerre.
Univ. de Cluj (1927) :
Noyaux symétriques gauches. Sur le mouvement des particules électrisées.
Congrès Ass. F. Avanc. Sc. 1930 : Module des zéros des dérivées des fonc. bornées.
CR Ac. des Sc. Paris (1924) :
Extension aux noyaux symétrisables du th. de Weyl.
Quelques inégalités de MM. Landau et Lindelöf concernant les fonctions monogènes.
Mathesis (1922) : Théorème d'Hermite.

été sans doute plus approfondie si l'Histoire des Sciences n'était venu attirer son activité et les ressources de sa profonde culture. Parmi les nombreux travaux qu'il effectua dans ce domaine, il faut citer le panorama des mathématiques françaises qu'il donna dans l'ouvrage collectif *Tableau du* XX^e^ *S.* (Paris 1933), la contribution qu'il apporta à un autre ouvrage collectif sur la *Méthode dans les Sciences* (Flammarion) et son étude intitulée « *Coup d'œil sur les origines de la Science exacte moderne*, Paris SEDES, 1951 ». Il fut le créateur et l'animateur du Séminaire d'histoire des mathématiques dont les réunions de travail ont lieu deux fois par mois à l'Institut Henri Poincaré, et sur un plan de diffusion étendu, il donna un concours actif et éclairé à l'œuvre du Palais de la Découverte, aussi bien par les conférences qu'il assuma lui-même que par les cycles de conférences à l'organisation desquels il contribua. La salle permanente de l'histoire du nombre est son œuvre, et il prit une part considérable à l'organisation des expositions temporaires des œuvres scientifiques de Pascal et de Léonard de Vinci. Il collabora régulièrement aux causeries faites dans le cadre des Emissions culturelles de la Radiodiffusion française.

En définitive, l'œuvre du Professeur Pierre Sergescu ne présente aucune des synthèses vastes et amples que l'on aurait pu attendre d'un esprit aussi distingué, d'une intelligence aussi vive et de ses talents dans le domaine des mathématiques pures. C'est que ses hautes qualités morales et sa générosité le gardèrent toujours de retenir avidement un temps qu'il savait pouvoir mettre utilement au service de ses frères humains. Et lorsque les épreuves le frappèrent, il ne cessa pas pour autant de poursuivre le très haut idéal d'un travail scientifique authentique conduit de pair avec le service des autres, subordonné au service des autres. Le signataire de ces lignes a été non seulement le bénéficiaire de cette générosité intellectuelle, mais encore le bénéficiaire d'une amitié à laquelle il doit plus d'un réconfort. S'il a pu certain jour rendre à son tour à cette âme d'élite quelque réconfort, il sait que l'exemple de ce grand ami est au-dessus de la mesure commune et reste un appel à réaliser.

Pierre COSTABEL.

## PROCHAINS CONGRÈS SCIENTIFIQUES

**Congrès du Centenaire de la Société de l'Industrie Minérale :** St-Etienne (16-18 juin) et Paris (18 juin-3 juillet).

**Congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences :** Caen (15-21 juillet).

**Journées de Michrochimie :** Vienne (12-17 juillet).

**Congrès de l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée :** Zurich (21-27 juillet).

# LA RECONNAISSANCE SCIENTIFIQUE DES TERRES AUSTRALES FRANÇAISES (1)

Les terres australes françaises de l'Océan Indien sont les Iles Saint-Paul, Amsterdam, Crozet, Kerguelen.

La Nouvelle Amsterdam (ou Amsterdam) fut découverte en 1522 par les compagnons de Magellan, Saint-Paul un peu plus tard par des navigateurs portugais, et l'Archipel de Crozet en 1772 seulement. La même année, le 22 décembre, le Chevalier Yves de Kerguelen découvrit une terre à 2.000 milles au Sud-Est de Madagascar, sur les confins de l'Océan Antarctique. Le Capitaine Cook la visita en 1776 et pensa lui donner le nom de « Terre de la Désolation », mais s'en abstint afin de lui donner le nom de celui qui l'avait découverte.

On n'en parla plus jusqu'en 1893, date à laquelle le Gouvernement français en reprit officiellement possession, et en donna la concession pour cinquante ans aux frères René et Henri Bossières, du Havre, qui voulaient y installer des pêcheries et en exploiter les ressources minières éventuelles.

En 1909, puis en 1913-14, les Kerguelen reçurent la visite des Rallier du Baty, avec le *J.-B. Charcot* d'abord, puis sur la *Curieuse*. A part les chasseurs de phoques, on ne vit personne aux Kerguelen pendant un certain temps.

En 1928, les frères Bossière chargent un géologue, E. Aubert de La Rüe, de prospecter ces terres australes. Il y retourne en 1931 et recueille une documentation, dont l'étude fournit les éléments d'un important mémoire en 1932. En 1939, un aviso, le *Bougainville*, fait une courte croisière aux terres australes ; un entomologiste, le Dr R. Jeannel, du Muséum, participe au voyage et publie un beau volume : « Au seuil de l'Antarctique » (1941).

Après la guerre, en 1949, le Ministère de la France d'Outre-mer organise une « Mission des Terres Australes », pourvue de gros crédits, accordés pour la reconnaissance scientifique des Iles, et l'organisation de postes météorologiques permanents.

En tant que géologue, E. Aubert de La Rüe fit partie de la première mission de reconnaissance de 1949.

En 1950, la Mission partait, une cinquantaine de personnes, fonctionnaires civils et militaires, dont la présence dans ces îles

(1) Il n'est question ici que des travaux français récents. Les missions étrangères ont été très nombreuses.

strictement désertes est en elle-même un sujet de curiosité. Le seul naturaliste était un jeune zoologiste, Patrice Paulian, qui partagea son année de séjour entre la menuiserie et l'ornithologie. A son retour, il publie ses observations scientifiques dans les Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar, et un très beau livre, richement illustré sur la faune des Iles Kerguelen (1). On y trouve les Albatros et les Pétrels, les Goélands et les Manchots, les Eléphants de mer et les Otaries. L'auteur émet le vœu de voir une partie de l'Archipel érigé en Réserve, afin d'en protéger la flore et la faune.

En 1951, E. Aubert de La Rüe, devenu Conseiller scientifique des Terres Australes, repart pour un long séjour (plus d'un an) aux Kerguelen. Il en rapporte deux nouveaux livres : « Les Terres australes » (2) et « Deux ans aux Iles de la Désolation » (3).

L'auteur totalise quatre voyages aux Kerguelen, plus de deux ans de séjour effectif.

Dans le premier de ces livres, l'auteur dépasse largement le cadre des territoires de la France d'Outre-mer et après avoir traité du secteur de l'Océan Indien, parle de l'Atlantique Sud (Tristan da Cuha, Bouvet, Falkland, Arc du Scotia, Géorgie du Sud, Sandwich du Sud, Orcades du Sud), puis du Pacifique Sud (Auckland, Campbell, Macquarie). On trouve là tous les renseignements utiles sur ces îles peu fréquentées.

Dans le second volume, E. Aubert de La Rüe fait profiter le lecteur de tous ses souvenirs de voyage. Il rappelle discrètement toutes les difficultés qu'il éprouva au cours de sa dernière mission, du fait de l'incompréhension des fonctionnaires civils et militaires composant la Mission. L'auteur ne nous entraîne pas dans toutes ses tournées, mais il nous explique les traits particuliers des Kerguelen, fait revivre leur histoire, nous emmène à sa suite visiter ce pays de l'ouragan perpétuel, faire la tournée des fjords, parcourir la péninsule Courbet. De belles photographies nous familiarisent encore avec ce pays du vent, des manchots et des phoques.

Les îles n'ont pratiquement pas d'intérêt économique, ni stratégique. Ce Zoo austral devrait être soigneusement protégé et réservé aux études scientifiques. Tel est le vœu de l'auteur. Nous nous y associons complètement.

Raymond Furon.

---

(1) Paulian (Patrice). — *La Vie animale aux Iles Kerguelen*. 1 vol., 169 pages, 32 planches hors-texte. Paris, 1953, Editions « La Toison d'Or ».

(2) Aubert de la Rue (E.). — *Les Terres Australes*. 1 vol., 127 pages, 6 cartes. Paris, 1953, Collection « Que sais-je ? », Editions des Presses Universitaires de France.

(3) Aubert de la Rue (E.). — *Deux mois aux Iles de la Désolation. Archipel de Kerguelen*. 1 vol., 317 pages, 16 planches hors-texte. Paris, 1954, Editions Julliard.

# Application d'un même principe de régularité au dépouillement des courbes expérimentales et à la solution de problèmes d'analyse mathématique

par Pierre VERNOTTE [1]

L'idée est ancienne de chercher le principe commun de toutes les sciences ; s'il nous était difficile de la prendre encore au sérieux aujourd'hui, nous observerions cependant que des considérations très générales peuvent se trouver fécondes dans des domaines bien différents. C'est ainsi qu'un principe de régularité peut éclairer l'analyse mathématique et la physique expérimentale. Sans doute, pensera-t-on, car toute loi tend à être régulière, en un certain sens tout au moins. Mais à quoi pourrait servir une telle formule dont le vague saute aux yeux ? Ne serait-ce pas son imprécision qui lui conférerait sa part de vérité ?

Le fait remarquable sur lequel je crois devoir attirer l'attention, c'est justement que cette idée, au fond toute *qualitative*, est capable d'exprimer des conditions très précises et de conduire ainsi à la solution *quantitative* de maint problème.

J'ai en vue un problème mathématique fondamental, celui de l'interpolation entre données discrètes d'abscisses équidistantes (mais c'est à une infinité de problèmes mathématiques que l'on pourrait appliquer l'idée) ; et, d'autre part, le plus fondamental de tous les problèmes de la physique, celui de l'interpolation entre des points expérimentaux, qui n'a de sens, puisqu'on dispose alors d'une redoutable liberté, que si l'on sait respecter la nature profonde d'un loi physique qui nous commande rigoureusement, bien que ne se manifestant à nous qu'à travers l'inévitable imprécision expérimentale. S'appuyer sur la régularité, en tirer des clauses impératives ? Le tout est de formuler un principe de régularité. J'ai été conduit à tirer parti des différences successives.

Les ordonnées qui représenteraient la loi physique exacte ou les échelons d'interpolation cherchés, étant supposées assez serrées de telle sorte que la loi corresponde à une variation assez peu rapide, dressons le tableau des différences successives (les abscisses, je l'ai

(1) Communication présentée au Congrès de l'A. F. A. S., Poitiers, juillet 1954, dans la section de Philosophie des Sciences.

dit, étant supposées équidistantes). Aux ordonnées $y_0 y_1 y_2 y_3 \ldots y_n$ vont correspondre, dans le tableau, des différences successives rangées par colonnes. Je dis, s'il y a régularité, que le signe de tous les éléments d'une colonne est le même, et, suivant la rapidité de la croissance, ce signe, constant dans une même colonne, ou bien sera constant dans toutes les colonnes, ou bien alternera d'une colonne à la suivante.

J'indique, par parenthèse, qu'il peut se présenter des types de régularité moindre se traduisant, non par l'unicité du signe dans une colonne, mais par une loi simple de répartition du signe : cela arrivera à propos d'une donnée mathématique un peu complexe, ou à propos de l'interaction de deux ou plusieurs phénomènes physiques simples. Laissons de côté une telle éventualité, trop riche pour permettre des énoncés généraux, et qui correspond au cas où il n'y a plus de régularité véritable, mais seulement combinaison de divers aspects réguliers (combinaison dérégularisante). Dans de telles conditions l'efficacité des considérations de régularité est bien moindre car les clauses qui exprimeraient la régularité deviennent bien moins impérieuses ; mais comme une régularité même tellement mitigée est cependant bien autre chose que la franche irrégularité, on écrira cependant des conditions susceptibles encore d'être strictes ; seulement le document de base sera plus pauvre : par exemple, on pourrait être conduit à écrire que l'unicité de signe dans chaque colonne, avec ou sans alternance d'une colonne à l'autre, ne joue qu'à partir des colonnes d'un certain rang, ce qui réduirait notablement le nombre des inégalités à formuler.

Pour exposer l'usage de la notion de régularité, je me limiterai donc au cas simple où nulle restriction n'est à faire, les éléments de chaque colonne ayant un signe constant.

Soient alors, en valeur absolue, $\delta_1\ \delta_2 \ldots \delta_n$ les têtes de colonne du tableau ($y_0$, qui devrait être dit aussi $\delta_0$, reste en dehors de la liste des $\delta$, son rôle étant distinct de celui des $\delta$), et considérons de tableau des différences successives de ces $\delta$. Portons notre attention sur la dernière ligne. Nous exigerons que cette ligne soit constituée par les éléments

$$\delta_n = + \varepsilon_0 - \varepsilon_1 + \varepsilon_2, \ldots, (-1)^{n+1} \varepsilon_{n-1},$$

les $\varepsilon$ étant tous positifs. Mieux encore, nous poserons, pour la régularité véritable, la croissance monotone des $\varepsilon$, c'est-à-dire qu'en désignant par $\eta_{k+1}$ la différence $(\varepsilon_{k+1} - \varepsilon_k)$, nous exigerons la nature non négative des $\eta$. On voit sans peine qu'en imposant ainsi $\varepsilon_0 > 0$, $\eta_1 > 0$, on astreint le tableau de différentiation successive des $y$ à avoir des éléments du signe voulu, ce qui, avec

l'allure plus fine que nous aurons imposée en descendant jusqu'à la considération des $\tau$, exprimera la clause de régularité telle que nous la concevons.

Le secret de l'efficacité de telles considérations est dans la valeur extrêmement élevée des coefficients des $\tau_i$ dans l'expression des $y$ supposés reconstitués à partir des $\tau$, dès lors que le nombre des ordonnées est un peu notable. De sorte que, physiquement, il suffira de retouches, qui seront presque exactement connues, pour que les valeurs retenues pour les ordonnées manifestent la régularité exigée *a priori*, cette régularité disparaissant si l'on s'écarte tant soit peu des valeurs satisfaisant aux *inégalités*, qui traduisent la condition de régularité. Et dans le problème d'analyse mathématique, l'interpolation progressera assez vite en qualité avec le nombre des échelons d'interpolation pour qu'on puisse obtenir à la limite par ce procédé, l'interpolation parfaite que j'ai dite idéale, et qui se définit par le fait d'être conservée par les transformations (si l'on applique à des données modifiées le même procédé de calcul interpolant, on obtient la modification de la fonction interpolée).

Mon objet n'est pas de présenter ici l'arsenal fort complexe des méthodes conduisant à l'application pratique effective de la notion de régularité. J'ai voulu seulement signaler l'extraordinaire fécondité *quantitative* d'une idée *qualitative*, et souligner son rôle synthétique universel dans la philosophie scientifique, puisque ce principe de régularité est susceptible d'exprimer des conditions très précises parce que très restrictrices dans les innombrables chapitres de la science où nous sentons bien qu'il doive s'appliquer.

P. Vernotte.

*N. B.* — En laissant libre choix des sujets, la Section de Philosophie des Sciences avait demandé des exposés de principe sur des thèmes mettant en connexion diverses disciplines. A cet égard, le calcul numérique intervient à peu près partout. Et l'idée directrice que Pierre Vernotte introduit à son sujet est à la fois simple et originale. Les purs mathématiciens ne manqueront pas de la rapprocher d'une hypothèse introduite par Serge Bernstein pour caractériser l'analyticité d'une fonction de variable réelle (voir p. ex. les Monographies Borel sur la Théorie des fonctions et le Cours d'Analyse math. de G. Valiron, t. I, 2e éd., p. 103). Et, à partir de ce domaine du calcul où il s'est acquis une expérience notoire, l'auteur montre en définitive que le type d'hypothèse en question a vraiment grande portée.

La Rédaction.

# SUR DES NOUVEAUX TESTS DU HASARD

par MM. M. KIVELIOVITCH et J. VIALAR

*Les tests ici proposés ont un champ d'application très large. D'une part, ils prêtent appui aux sciences expérimentales, comme la météorologie (origine de nos recherches) et à d'autres branches de la physique, en y apportant des précisions nouvelles ; d'autre part, on les voit intervenir avec la même efficacité dans des domaines mathématiques, comme l'arithmétique, pour y préciser diverses répartitions (nombres premiers, chiffres successifs d'un développement décimal quelconque, etc...). La variété de ces exemples nous a d'ailleurs contraint à distinguer divers cas ; celui d'une variable continue, d'une variable discrète, etc... La décision s'obtient en confrontant chaque fois les résultats d'observation avec un* écart type *calculé d'avance.*

Dans l'étude des phénomènes très complexes dont on possède un nombre assez grand d'observations, il est toujours très difficile de détecter par les méthodes physiques si la série des valeurs numériques de la variable présente *une certaine organisation* ou est *fortuite*. On est obligé dans ce cas d'appliquer les méthodes statistiques pour se faire une idée sur l'évolution moyenne du phénomène. Malheureusement, même pour les statisticiens il est, en général, très difficile de répondre à la question, car dans la plupart des cas on ne possède pas de *test caractéristique du hasard*. Pour combler cette lacune nous avons essayé en nous basant sur quelques recherches antérieures de M. Besson (1). de développer une théorie assez complète des tests caractérisant le hasard, applicables aux variables continues et discrètes. Il est évident que la première condition que doivent remplir ces tests est d'être complètement indépendants du type de la loi de distribution de la variable car, sauf cas exceptionnels, les séries fournies par l'observation, étant limitées, ne peuvent pas donner d'une façon précise la loi de distribution.

Pour résoudre ce problème nous nous sommes attachés aux caractéristiques extérieures de la courbe, ou plutôt de la ligne polygonale, qui représente les valeurs successives de la variable. Il est clair que ce qui caractérise avant tout la figure est le nombre

---

(1) Besson. — Sur la comparaison des résultats météorologiques et des effets du hasard. Annales des Services Techniques d'Hygiène de la Ville de Paris, Gauthier-Villars, 1921.

de ses maxima et de ses minima. Désignons sous le nom de « phase » l'intervalle entre un maximum (minimum) et le minimum (maximum) qui le suit. Appelons phase 1, 2, 3,... les intervalles entre un maximum et le minimum qui le suit, qui contiennent zéro, un, deux, etc..., points. Dans ce cas une deuxième caractéristique de la courbe est le nombre des phases 1, 2, 3... On peut encore, pour affiner davantage l'analyse de la courbe, introduire d'autre caractéristiques, par exemple le nombre des phases 1 croissantes (décroissantes) suivies de phases 2 ou 3, ou 4, etc..., décroissantes (croissantes) et, d'une façon générale, si le nombre d'observations est suffisamment grand, le nombre de phases $i$ croissantes (ou décroissantes) suivies de phases $j$ décroissantes (ou croissantes).

En partant de l'hypothèse de l'indépendance de chaque terme de la série du précédent et quelle que soit la distribution de la variable, on trouve les résultats suivants (voir les détails dans les n<sup>os</sup> 17, 18, 19, 20 et 21 du « Journal Scientifique de la Météorologie »).

### Cas d'une variable continue

La proportion des maxima (ou minima) par rapport au nombre total d'observations est égale à $\frac{1}{3}$ pour le cas du hasard.

Le nombre des phases étant le double (à une unité près) du nombre des maxima (ou minima), les rapports du nombre des phases 1, 2, 3, ... au nombre total des phases sont égaux respectivement à :

$$q_1 = \frac{5}{8}, \; q_2 = \frac{11}{40}, \; q_3 = \frac{19}{240}, \text{ etc...}$$

De même en désignant par $q_{ij}$ le rapport du nombre des phases $i$ suivies de phases $j$ au nombre total des phases, on trouve :

$$q_{11} = \frac{2}{5}, \; q_{12} = q_{21} = \frac{1}{6}, \; q_{22} = \frac{11}{140}, \text{ etc...}$$

De même on peut calculer $q_{ijk}\ldots$ si le nombre d'observations est suffisamment grand.

Une fois déterminés les pourcentages des maxima, des phases et de la suite des phases, il s'agit maintenant de déterminer les intervalles de confiance dans lesquels ils peuvent varier pour que le hasard intervienne seul. Pour cela il s'agit de calculer l'écart type $\sigma_i$ pour chaque phase $i$, de même que l'écart type $\sigma_{ij}$ pour la liaison des phases $i$ et $j$. Dans nos applications nous avons pris l'intervalle

de confiance à 95 %, c'est-à-dire 4 $\sigma_i$ pour les phases. De même on peut prendre 4 $\sigma_{ij}$ pour les liaisons de phases. On peut considérer séparément les phases croissantes et les phases décroissantes. On aura deux valeurs $\sigma_i^c$ et $\sigma_i^d$ qui sont évidemment égales dans le cas continu. Pour le calcul de $\sigma_i^c$, par exemple, considérons une urne qui contient seulement toutes les phases croissantes. Chaque tirage peut amener ou une phase *i* ou une phase non *i*, d'où la valeur de $\sigma_i^c$ :

$$\sigma_i^c = \sqrt{q_i^c(1 - q_i^c)\frac{P}{2}}$$

où $q_i^c$ est le rapport du nombre de phases *i* croissantes au nombre total $\frac{P}{2}$ des phases croissantes.

De même :

$$\sigma_i^d = \sigma_i^c = \sqrt{q_i^d\,(1 - q_i^d)\frac{P}{2}}$$

avec :

$$q_i^d = q_i^c = q_i$$

Par suite :

$$\sigma_i = \sqrt{q_i\,(1 - q_i)\,P}$$

et l'intervalle du confiance à 95 % du nombre de phases *i*, est :

$$(q_i\,P - 2\,\sigma_i,\ \ q_i\,P + 2\,\sigma_i)$$

Une fois déterminés les intervalles de confiance des phases on peut par un raisonnement assez simple en déduire l'intervalle de confiance des maxima (ou minima). En calculant dans chaque cas concret les intervalles de confiance nous pouvons donc décider si la série étudiée est due au hasard ou si elle possède une certaine organisation.

Dans le cas de séries organisées, pour pouvoir les comparer les unes aux autres, nous avons introduit la notion « d'indice analogique ». Nous appelons « indice analogique » d'une série une suite de nombres dont le premier représente le pourcentage des maxima par rapport au nombre total d'observations, et les suivants représentent successivement le pourcentage des phases 1, 2, 3... par rapport au nombre total des phases. Pour des séries très longues on peut même introduire un « indice analogique » des liaisons des phases qui serait représenté par deux matrices dont l'une serait constituée par les pourcentages des phases *i* croissantes suivies de phases *j* décroissantes par rapport au nombre total des phases, et la seconde par les pourcentages des phases *i* décroissantes suivies de phases *j* croissantes. Il est évident que dans le cas continu et dans le cas discret à distribution uniforme ces deux matrices n'en font qu'une

seule, tandis que dans le cas discret à distribution non uniforme il faut utiliser les deux.

### Cas d'une variable discrète à loi de probabilité uniforme

Dans ce cas la variable prend un certain nombre fini de valeurs, soit $n + 1$, qui ont toutes la même probabilité. C'est le cas, par exemple, du jeu de pile ou face, du jet de dé, de la roulette, du mélange des cartes, etc... On trouve aisément que, dans le cas du hasard, le nombre des maxima est égal à $\frac{1}{3} - \frac{1}{6(n+1)}$, que le rapport du nombre des phases 1 au nombre total des phases est égal à $\frac{5n^2 + 5n + 1}{4(n+1)(2n+1)}$, et que les rapports $q_{ij}$ sont des polynômes rationnels en $n$. Il est facile de voir que pour $n$ suffisamment grand les rapports tendent vers leurs valeurs pour le cas continu.

Le calcul des intervalles de confiance est analogue à celui du cas continu.

### Cas d'une variable discrète à loi de probabilité non uniforme

Dans ce cas la variable prend $n + 1$ valeurs discrètes $(0, 1, 2, i..., n)$ mais chaque valeur a une probabilité différente $p_i$. C'est le cas, par exemple, de la variation de la vitesse du vent soit en intensité, soit en direction, ou du jet de deux dés amenant un nombre égal à la somme des nombres tirés avec chacun des deux dés (dans ce cas on a une loi de distribution non uniforme mais symétrique). Les calculs relatifs aux maxima et aux phases deviennent évidemment beaucoup plus compliqués. A titre d'exemple, nous donnerons l'expression du rapport $\mathcal{T}$ du nombre des maxima au nombre d'observations qui est égal à :

$$\mathcal{T} = \sum_{i=0}^{n-i} \frac{p_i}{1 - p_i} \left( \sum_{j=i+1}^{n} p_j \right)^2$$

$\mathcal{T}$ est le même pour les maxima et les minima.

Pour le calcul des phases il faut calculer séparément les phases croissantes et les phases décroissantes qui ne sont plus les mêmes. Par exemple, pour la phase 1 croissante :

$$q_1^c = \left[ \sum_{i=1}^{n} p_i \frac{p_0}{1 - p_0} A_0 + \sum_{i=2}^{n} p_i \frac{p_1}{1 - p_1} A_1 + \dots + p_n \frac{p_{n-1}}{1 - p_{n-1}} A_{n-1} \right] : 2\,\mathcal{T}$$

où $A_0$ est le produit de tous les $p_i$ deux à deux sans répétition,

$$A_1 = A_0 - p_1 p_0, \; A_2 = A_1 - p_2 (p_1 + p_0) \ldots A_{n-1} = p_n \sum_{i=0}^{n-1} p_i.$$

Pour la phase 1 décroissante, $q_1^d$ s'obtient en remplaçant dans l'expression de $q_1^c$ les indices 0, 1, 2, .. $n$, respectivement par $n$, $n$-1, ... 0. De même pour les autres phases 2, 3, ... et pour les liaisons des phases.

Le calcul de l'intervalle de confiance se fait de la même manière que dans le cas continu ; la seule différence est que, la distribution étant non uniforme, l'intervalle de confiance d'une phase croissante d'un type quelconque diffère de l'intervalle de confiance d'une phase décroissante de même type.

*Remarque.* — Afin de pouvoir calculer sans une grande perte de temps le nombre des maxima, des phases, etc..., nous avons introduit dans la transcription des données numériques des observations le système binaire, c'est-à-dire que l'on écrit un 1 si la valeur numérique qui suit est plus grande que celle qui la précède et un 0 si elle est plus petite.

Le but primitif de nos recherches ayant été l'étude des phénomènes météorologiques, la plupart des exemples que nous citerons dans cette étude se rapportent aux variables météorologiques. La manière d'opérer dans les applications se rapportant à d'autres sciences est évidemment la même.

Les nombreux exemples pratiques ci-dessous permettront d'illustrer les divers résultats exposés précédemment.

## 1. — Exemples de l'étude d'une variable continue

a) *Etude des précipitations annuelles à Paris-St-Maur et en Europe.*

L'étude de la série des précipitations annuelles à Paris-Saint-Maur de 1800 à 1949 (soit 150 ans) conduit aux résultats résumés dans le tableau ci-dessous.

La signification des symboles figurant dans ce tableau (et dans les suivants) est donnée ci-après :

N est le nombre d'observations de la série.

S est le nombre des maxima observés.

C est le nombre des minima observés.

P est le nombre total des phases observées.

$\tau$ est le rapport du nombre des maxima au nombre des observations (diminué de 2 unités).

$\tau_{min}$ est la limite inférieure de l'intervalle de confiance 95 % de ce rapport dans le cas du hasard.

$\tau_{max}$ est la limite supérieure de cet intervalle.

C désigne les phases croissantes et D les phases décroissantes.

$\bar{n}$ est le nombre probable des phases dans le cas du hasard.

La colonne « Intervalle de confiance » donne les intervalles de confiance 95 % correspondant aux différentes phases (1, 2, $\geq$ 3).

**Précipitations annuelles à Paris-Saint-Maur**

| | | Phases | Nombre de phases | | | $\bar{n}$ | Intervalles de confiance |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | C | D | Total | | |
| N = 150 | | 1 | 23 | 23 | 46 | 56,2 | 47,1 — 65,4 |
| S = 46 | $\tau$ = 0,318 | | | | | | |
| C = 45 | $\tau_{min}$ = 0,299 | 2 | 16 | 17 | 33 | 24,8 | 16,3 — 33,2 |
| P = 90 | $\tau_{max}$ = 0,380 | | | | | | |
| | | $\geq$ 3 | 6 | 5 | 11 | 9,0 | 3,3 — 14,7 |
| | | Total | 45 | 45 | 90 | 90,0 | |

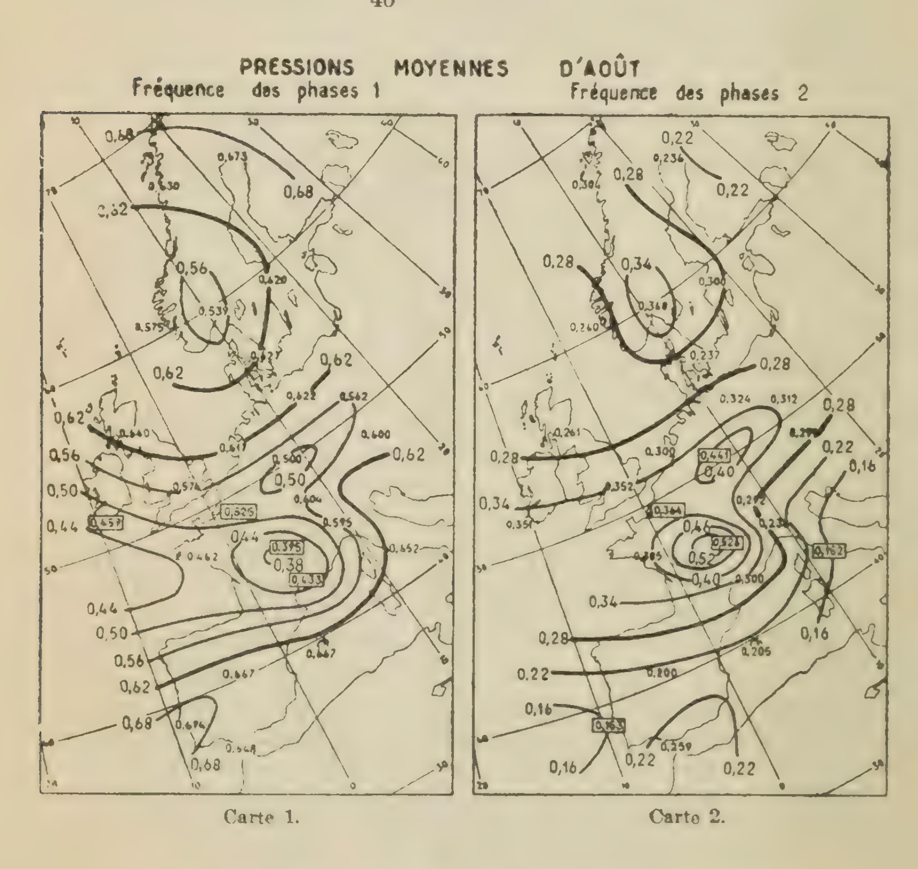
On voit que $\tau$, le nombre de phases 2 et celui des phases $\geq$ 3 sont situés dans leurs intervalles de confiance respectifs. Seul le nombre de phases 1 sort légèrement de son intervalle de confiance (46 phases observées avec intervalle de confiance 47,1 — 65,4). Par suite, la série observée présente une très légère organisation.

L'étude des précipitations annuelles en Europe a été effectuée en 26 stations. Le fait essentiel mis en évidence par cette étude est que les précipitations annuelles ne présentent aucune organisation en Europe, sauf à Luxembourg, Paris-St-Maur, Roanne et Cahors, où l'organisation est d'ailleurs très faible.

b) *Etude de la pression en Europe.*

La pression annuelle moyenne en Europe, étudiée en 17 stations, ne présente pas d'organisation, sauf à Stykkisholmur (Islande), De Bilt et Marseille, où d'ailleurs l'organisation est *très peu marquée.*

L'étude de la pression moyenne mensuelle en Europe, effectuée en 27 stations, ne peut être donnée en détail ici. Disons seulement que, par exemple, les pressions moyennes de février ne présentent aucune organisation, alors que celles d'août présentent une *faible* organisation sur certaines régions de l'Europe, comme le montrent les cartes 1 et 2 qui donnent les fréquences des phases 1 (fréquence dans le cas du hasard : $\frac{5}{8} = 0{,}625$) et des phases 2 (fréquence dans le cas du hasard : $\frac{11}{40} = 0.275$).




Carte 1.

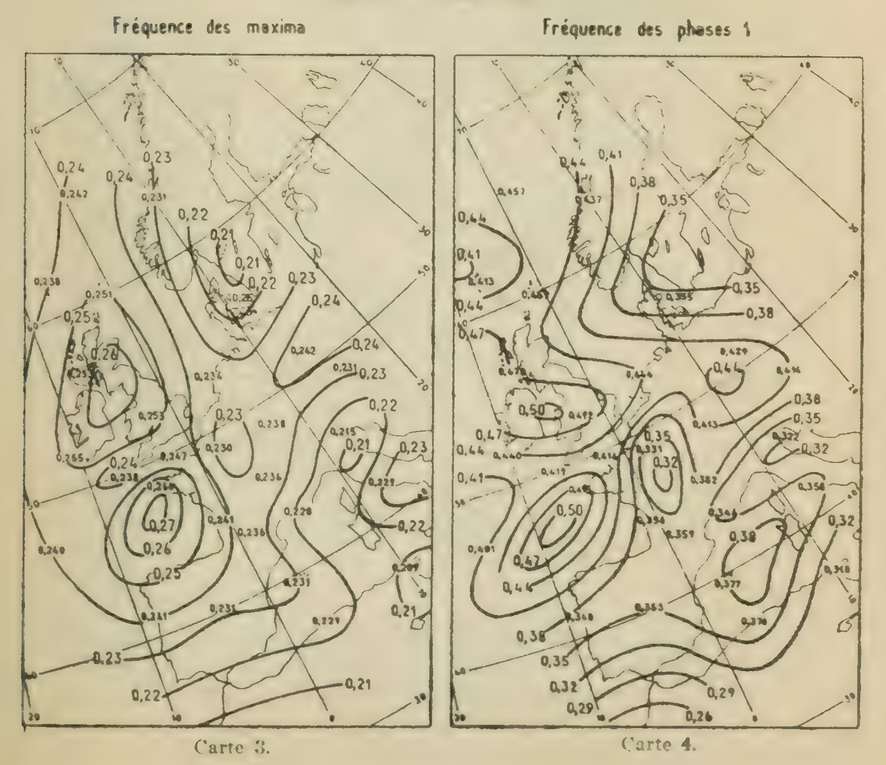
Carte 2.

Sur ces cartes sont tracées les isolignes de fréquence et les stations où la fréquence sort de l'intervalle de confiance 95 % sont encadrées. Les régions de faible organisation correspondent donc aux régions couvertes par des chiffres encadrés. Ce sont : le Sud-

Est, l'Est et le Nord-Est de la France et la Hesse-Nassau, ainsi que le centre de l'Italie (Rome) et le Portugal (Lisbonne).

La pression journalière relevée à 00 h. 00 permet de faire l'étude des séries annuelles constituées par cette pression. Cette étude montre que la pression journalière en Europe est très fortement organisée, la fréquence des maxima et le nombre des phases 1 et $\geq 3$ étant partout en dehors des intervalles de confiance 95 % correspondant au hasard (le nombre des phases 2 est presque toujours à l'intérieur de son intervalle de confiance). On donne ci-dessous, à titre d'exemple, les cartes 3, 4, 5, des isolignes de fréquence des maxima (dans le cas du hasard: $\frac{1}{3} = 0{,}333$), des isolignes des fréquences des phases 1 et des isolignes des phases $\geq 3$ (fréquence dans le cas du hasard : $\frac{1}{10} = 0{,}100$).

PRESSIONS JOURNALIERES
00 h. 00 - Année 1950

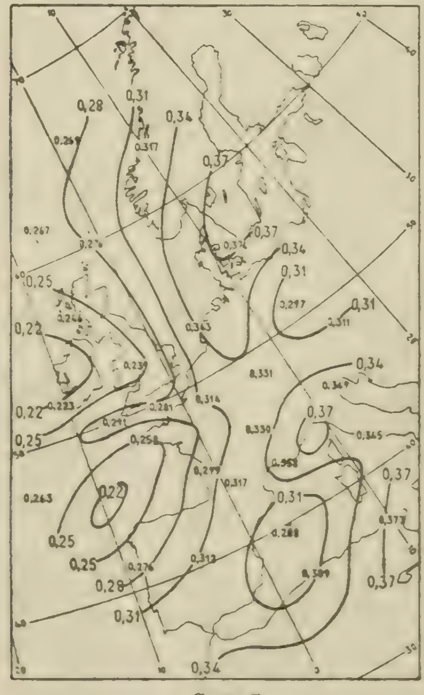



Carte 3. Carte 4.

La carte 3 fait ressortir les régions de maximum d'organisation : ce sont les régions correspondant aux noyaux de fréquence faible (noyau 0,21 sur le Sud des Pays Scandinaves et sur le Nord de l'Italie, noyau 0,23 sur le bassin de la Seine, noyau 0,24 sur le Sud-Ouest des Iles Britanniques). Il est intéressant de remarquer que ces noyaux mettent en évidence deux axes de faiblesse dans les fréquences qui correspondent sensiblement aux régions intéressées en moyenne par les perturbations du front polaire d'une part, et du front polaire dérivé d'autre part (axe du Sud des Iles Britanniques

PRESSIONS JOURNALIERES
**00 h. 00 - Année 1950**

Fréquence des phases 3 et plus



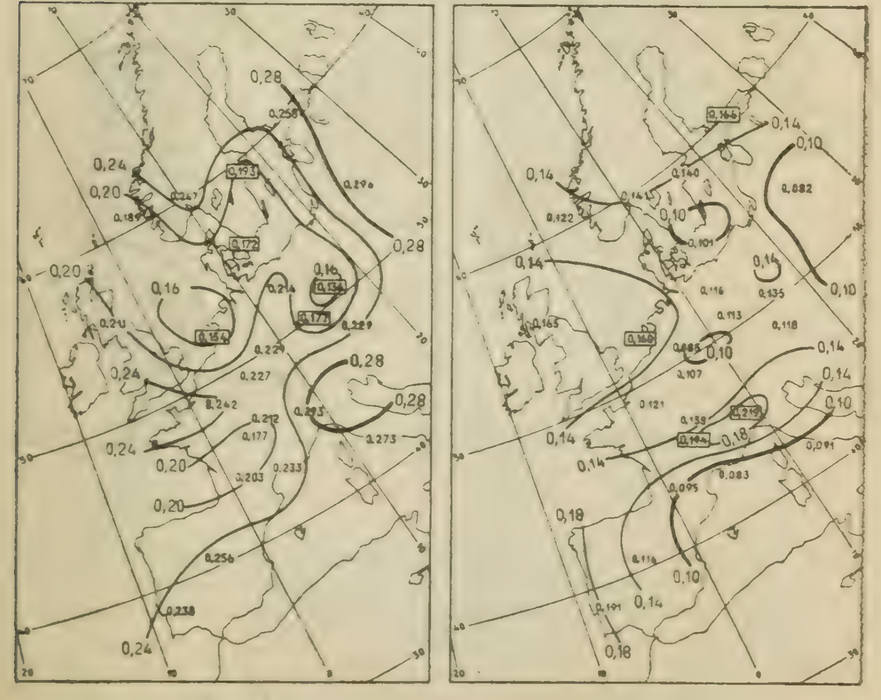

Carte 5.

à la Suède, par la Manche et la Mer du Nord, axe de la Manche à la Mer Adriatique, par le bassin de la Seine et le Nord de l'Italie). Les cartes 4 et 5 mettent en évidence les axes déjà décelés sur la carte 3 (axes de faiblesse dans les fréquences des phases 1, axe de maximum de fréquence des phases ≥ 3).

c) ***Etude de la température en Europe.***

Les températures moyennes annuelles en Europe ont été étudiées en 24 stations. Les résultats de cette étude montrent que la température moyenne annuelle présente une *faible* organisation sur certaines régions, comme le montrent les cartes des isolignes des fréquences des phases 2 et des fréquences des phases ≥ 3 (cartes 6 et 7.) Les stations où l'organisation se fait sentir sont encadrées et mettent en évidence deux régions d'organisation : la première comprend la mer du Nord et le sud de la Baltique, et englobe la Hollande, le Danemark, l'est de la Prusse, le nord de la Pologne, le sud de la Suède et de la Finlande ; la seconde, plus limitée, comprend le sud des Alpes, depuis le Massif Central jusqu'au nord de l'Italie.

Les températures moyennes mensuelles en Europe ont été étudiées en 27 stations. Les températures moyennes mensuelles ne présentent pas d'organisation en août, mais sont sujettes à une *faible* organisation en février. Les deux régions de faible organi-

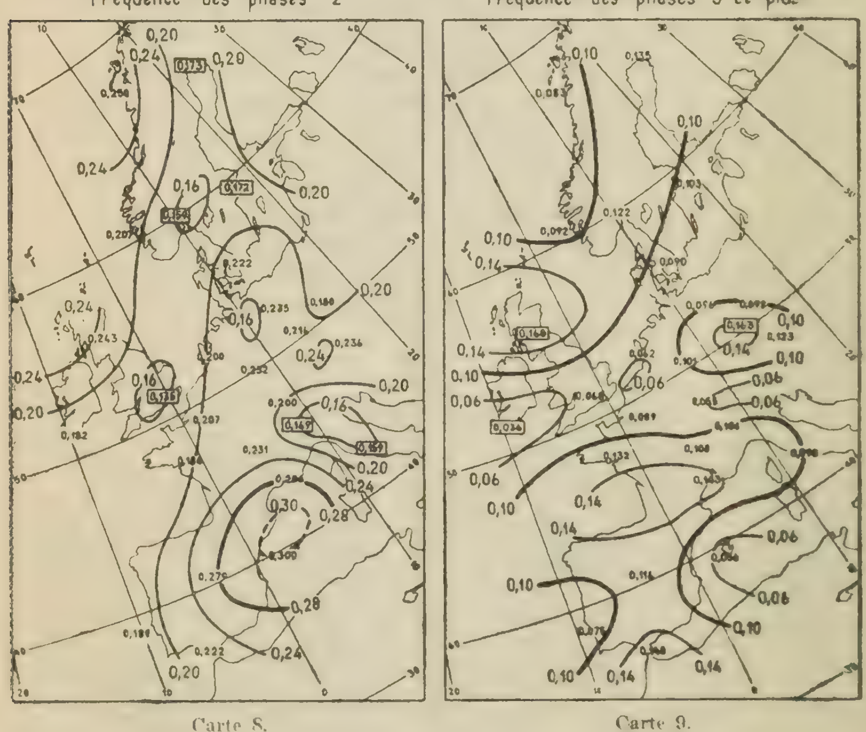



Carte 6.

Carte 7.

sation, mises en évidence par les cartes 8 et 9, sont d'une part la majeure partie des Iles Britanniques, la Mer du Nord, l'Est de la Norvège et de la Suède, et, d'autre part, la moitié Nord de l'Italie (régions où les valeurs des fréquences sont encadrées).

La température journalière relevée à 12 h. 00 présente une organisation *très marquée* sur toute l'Europe. A titre d'illustration les cartes 10 à 13 montrent la distribution de la fréquence des maxima et des fréquences des phases 1, 2, et 3 pour l'année 1950.

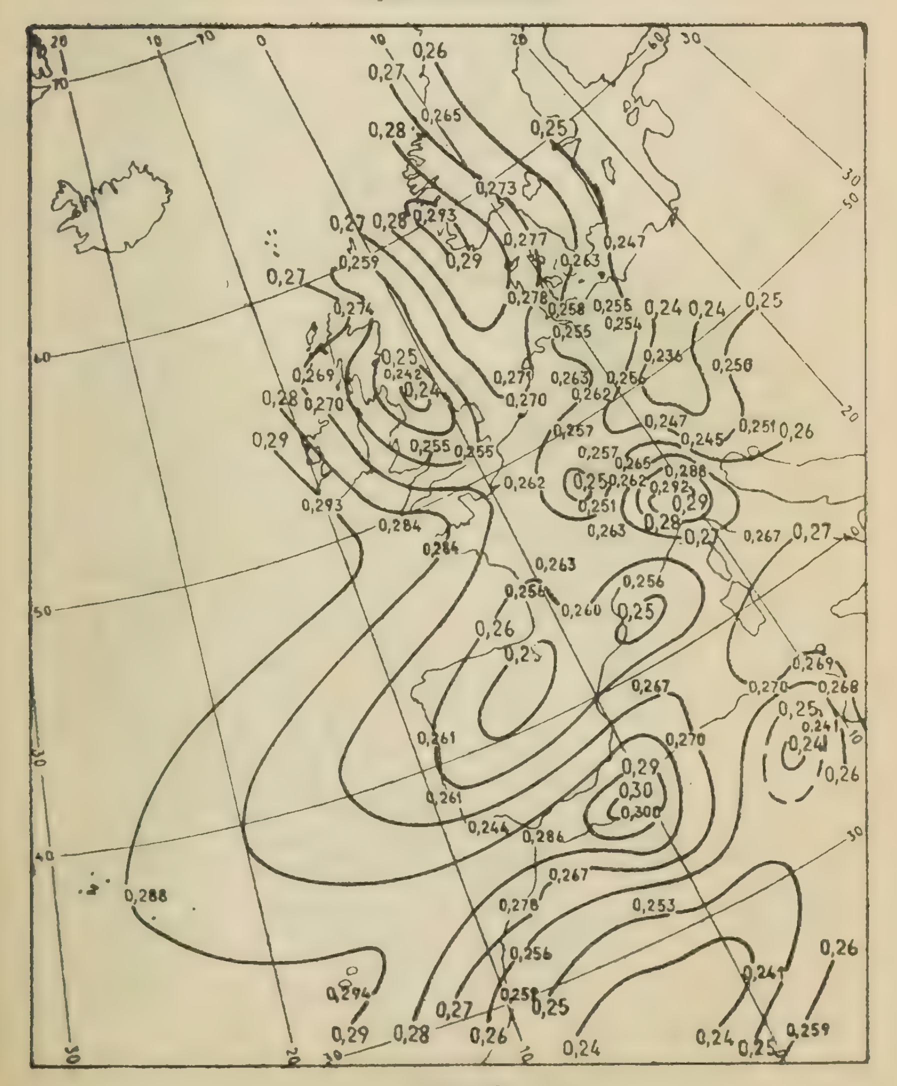



Carte 8. Carte 9.

La carte 10 indique que, dans l'ensemble, l'organisation des températures journalières est un peu moins marquée que celle des pressions journalières (fréquence des maxima comprise entre 0,24 et 0,30 pour les températures, comprise entre 0,21 et 0,27 pour les pressions). On peut remarquer que les noyaux de faible fréquence intéressent en général les régions continentales (noyaux 0,24

sur l'Angleterre, l'Europe Centrale, le Sahara et la Tunisie, noyaux 0,25 sur l'Espagne et l'Est de la France), tandis que les noyaux de forte fréquence intéressent les régions maritimes (noyau

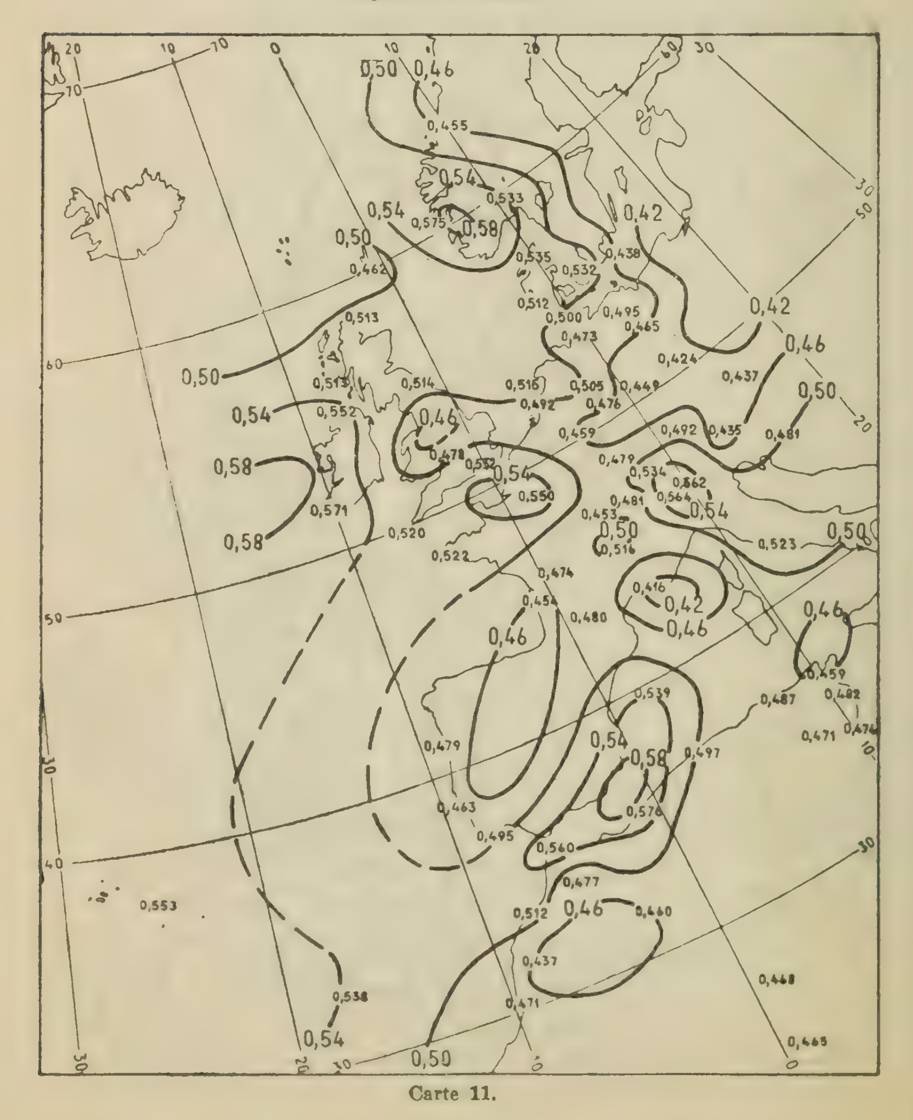
TEMPERATURES à 12 h. 00
Année 1950
Fréquence des maxima




Carte 10.

0,29 sur la Mer du Nord se raccordant par la Manche à un noyau de forte fréquence au large de l'Islande ; noyau 0,30 sur la Méditerranée occidentale se raccordant à un noyau supérieur à 0,27 sur

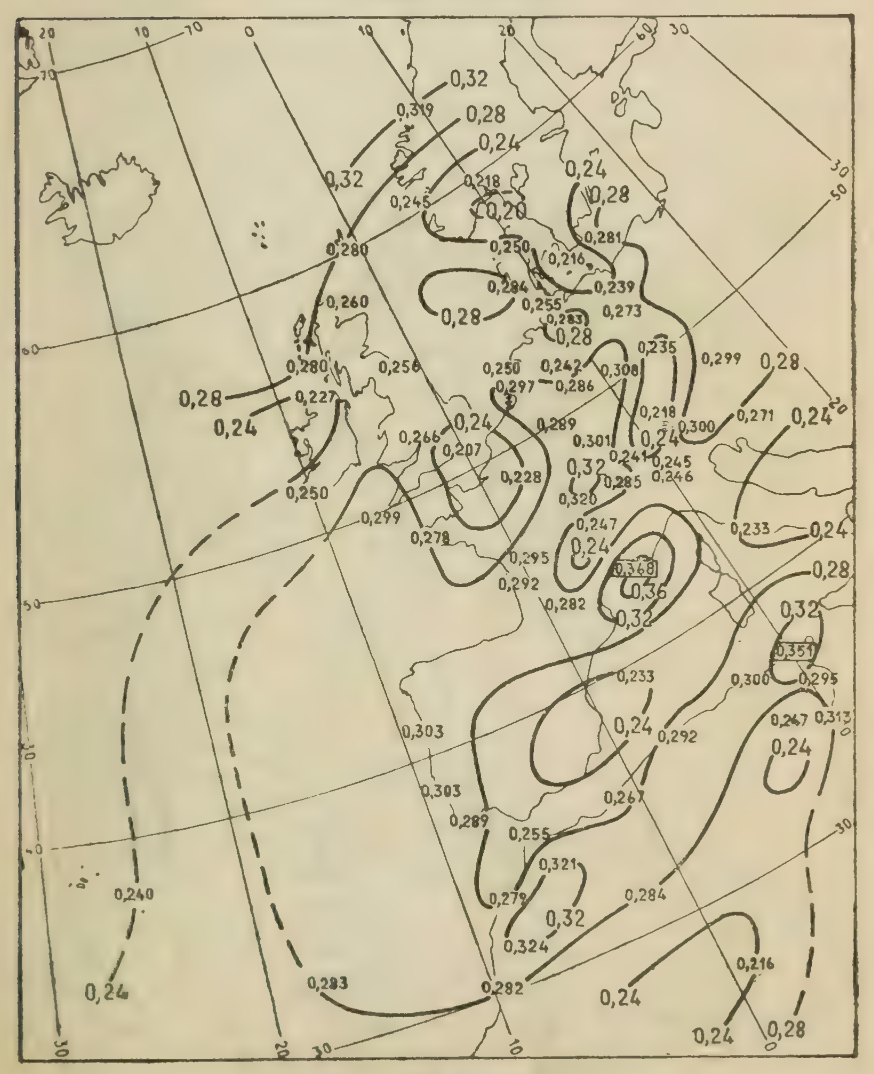
TEMPERATURES à 12 h. 00
Année 1950
Fréquences des phases 1




Carte 11.

la Méditerranée Centrale). Cette répartition se retrouve sur les cartes 12 et 13 (noyaux continentaux de faible fréquence pour les phases 1 et de forte fréquence pour les phases ≥ 3, noyaux mari-

TEMPERATURES à 12 h. 00
Année 1950
Fréquences des phases 2

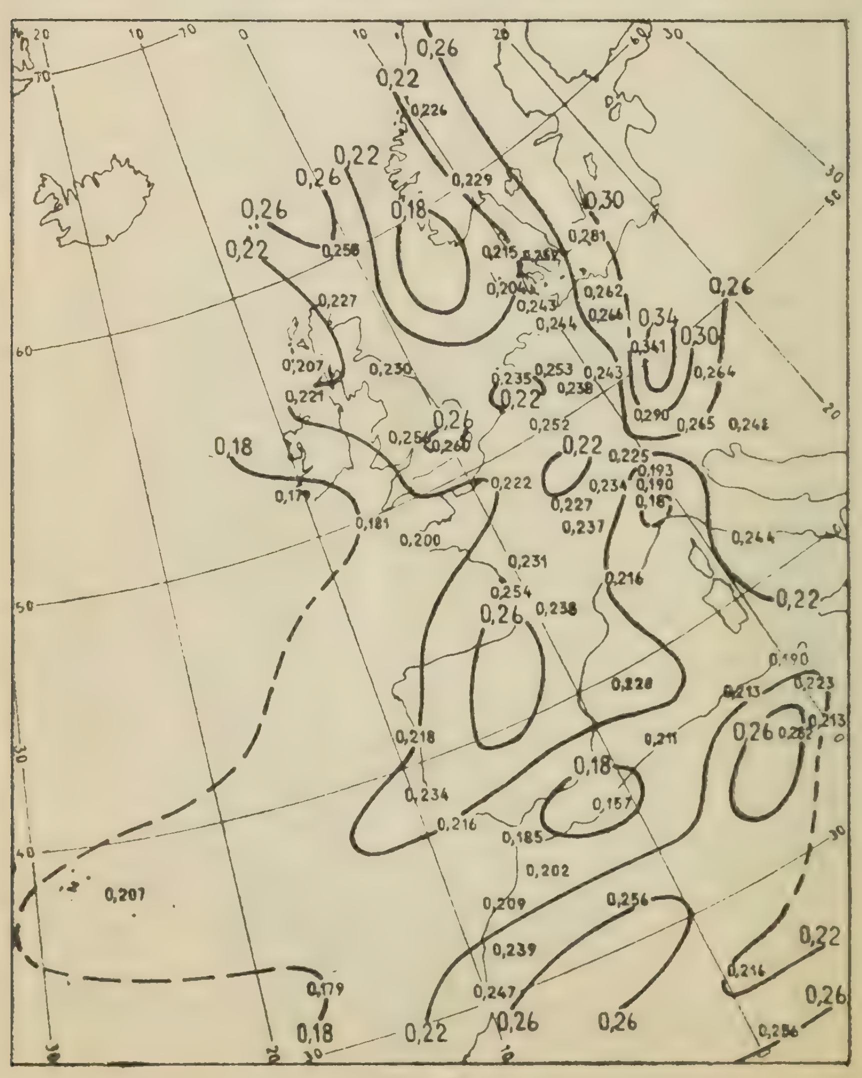



Carte 12.

times de forte fréquence pour les phases 1 et de faible fréquence pour les phases ≥ 3).

On peut enfin remarquer que les phases 1 sont partout en déficit et les phases ≥ 3 en excédent, tandis que les phases 2 sont

TEMPERATURES à 12 h. 00
Année 1950
Fréquences des phases 3 et plus




Carte 13.

en majorité à l'intérieur de leurs intervalles de confiance (sauf à Marseille et à Tunis où les valeurs de la fréquence ont été encadrées).

L'ensemble des études faisant l'objet des paragraphes b) et c) peut se résumer de la façon suivante :

*Les pressions et températures journalières présentent une organisation très marquée* ; par contre, *les pressions et températures annuelles et mensuelles ne présentent dans la plus grande partie de l'Europe aucune organisation* et ne s'organisent très faiblement *que dans certaines régions généralement assez limitées*.

Cette dernière conclusion nous amène à considérer avec un certain scepticisme les périodicités ou pseudo périodicités des pressions ou températures annuelles ou mensuelles trouvées par différents auteurs suivant divers procédés. La multiplicité des périodes ou pseudo périodes trouvées peut d'ailleurs justifier *a priori* ce scepticisme, car on arrive a avoir un spectre quasi continu de périodes ! Il semble que ce soit très exagéré, et pour notre part, l'étude précédente nous incline à penser que la plupart de ces périodicités ou pseudo périodicités n'ont, en fait, aucune existence réelle.

d) *Etude des prix du blé en Angleterre pendant la période* 1500-1869.

Les données sont celles de Sir William Beveridge mentionnées par M. Kendall (1). Le tableau ci-après résume les résultats obtenus par application des tests du hasard.

| | | Phases | Nombre de phases observées | Intervalles de confiance |
|---|---|---|---|---|
| N = 370 | | 1 | 41 | 85 — 109 |
| S = 78 | $\tau$ = 0,212 | | | |
| C = 78 | $\tau_{min}$ = 0,305 | 2 | 53 | 32 — 52 |
| P = 155 | $\tau_{max}$ = 0,366 | | | |
| | | $\geq$ 3 | 61 | 8 — 22 |
| | | Total | 155 | |

On voit que la série est très fortement organisée puisque la valeur de $\tau$, comme le nombre de phases 1, 2, $\geq$ 3 sortent très largement de leurs intervalles de confiance respectifs.

(1) Kendall. — The advanced Theory of Statistics, vol. II, p. 396, Charles Griffin et C° Ltd, London, 1948.

e) *Les hivers en Europe Occidentale.*

Les valeurs de la température des hivers en Europe Occidentale de 1205 à 1916 ont été données par C. Easton (2). L'utilisation des tests du hasard appliqués à cette période donne les résultats ci-dessous.

**Températures des hivers en Europe Occidentale (1205-1916)**

| | | Phases | Nbre total de phases observées | Intervalles de confiance |
|---|---|---|---|---|
| N = 712 | | 1 | 302 | 252 — 293 |
| S = 219 | $\tau$ = 0,308 | | | |
| C = 219 | $\tau_{min}$ = 0,316 | 2 | 117 | 101 — 139 |
| P = 437 | $\tau_{max}$ = 0,353 | | | |
| | | $\geq$ 3 | 18 | 30 — 57 |
| | | Total ... | 437 | |

La série présente une organisation assez marquée, mise en évidence par la fréquence des maxima et le nombre des phases 1 et $\geq$ 3 qui sortent de leurs intervalles de confiance respectifs.

Si l'on considère la période 1690-1916 pour laquelle les valeurs numériques sont beaucoup plus dignes de foi que pour la période antérieure, on peut remarquer que la série est alors distribuée au hasard, comme le montre le tableau ci-après.

**Températures des hivers en Europe Occidentale (1690-1916)**

| | | Phases | Nbre total de phases observées | Intervalles de confiance |
|---|---|---|---|---|
| N = 227 | | 1 | 101 | 86 — 110 |
| S = 79 | $\tau$ = 0,351 | | | |
| C = 79 | $\tau_{min}$ = 0,306 | 2 | 44 | 32 — 54 |
| P = 157 | $\tau_{max}$ = 0,367 | | | |
| | | $\geq$ 3 | 12 | 8 — 23 |
| | | Total ... | 157 | |

(2) C. Easton. — Etude statistique et historique des températures hivernales en Europe Occidentale, Leyde, 1928.

f) *Altitude de la tropopause.*

L'étude de l'altitude de la tropopause a été effectuée pour l'année 1950 à Brest, Bordeaux, Lyon et Nîmes, et pour la période 1er avril 1950-1er avril 1951, à Larkhill et Lerwick. Cette étude montre que l'altitude de la tropopause présente une nette organisation, particulièrement marquée sur les Iles Britanniques (la fréquence des maxima et les phases $\geq 3$ sortent, souvent très largement, de leurs intervalles de confiance et les phases 1 en sortent fréquemment). Une conclusion générale ne peut être basée que sur une étude plus étendue dans l'espace et dans le temps, mais il semble néanmoins que l'on puisse valablement penser que l'organisation de l'altitude de la tropopause est plus ou moins marquée suivant les régions.

g) *Numéros de téléphone.*

De nombreuses séries de numéros de téléphone ont été étudiées en choisissant au hasard plusieurs pages de l'Annuaire des Téléphones de Paris par ordre alphabétique (année 1951). La grande majorité des séries étudiées ne présente aucune organisation, mais certaines cependant décèlent une légère organisation. Ce résultat un peu surprenant *a priori*, nous a conduit à nous renseigner auprès des P. T. T. sur la façon dont sont distribués les numéros de téléphone aux abonnés. Cette distribution est soumise à un certian nombre de sujétions. C'est ainsi que les différents secteurs téléphoniques ne disposent pas du même nombre de numéros, que les sociétés, banques, grosses entreprises sont dotées de numéros qui se suivent et qui ne sont pas tous indiqués dans l'Annuaire, que certains numéros sont gardés systématiquement en réserve en vue de donner satisfaction éventuellement à des demandes provenant d'établissements ou d'organismes importants, etc... On comprend dès lors pourquoi, suivant les pages de l'Annuaire utilisées, certaines séries sont soumises à une certaine organisation, d'autres au contraire ne présentent aucune organisation.

Cet exemple d'utilisation des tests du hasard montre toute la finesse et la valeur que l'on peut leur attacher.

## 2. — Exemples de l'étude d'une variable discrète à la loi de probabilité uniforme

a) *Jeu de pile ou face.*

Considérons une pièce dont les deux faces sont désignées par 0 et 1. En appliquant nos tests on trouve aisément que le rapport du nombre des maxima au nombre total des jets est égal à $\frac{1}{4}$ et

que les proportions des phases 1, 2, . . ., $i$ par rapport au nombre total des phases sont successivement $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ ,...., $\frac{1}{2^i}$ ... Enfin, le rapport du nombre des phases $i$ suivies de phases $j$ au nombre total de phases est égal à $\frac{1}{2^{i+j}}$.

b) *Jeu de la roulette.*

Les numéros susceptibles de sortir à la roulette sont les chiffres *entiers* de 0 à 36, la probabilité de sortie de chaque numéro étant égale à $\frac{1}{37}$. De nombreuses séries de numéros ont été étudiées. Dans toutes les séries étudiées l'application des tests du hasard permettent de conclure à la distribution au hasard des numéros successivement sortis. Ce résultat n'est d'ailleurs pas surprenant, étant donnée la surveillance très sérieuse à laquelle est soumis le fonctionnement des roulettes dans les casinos, mais il semble devoir entraîner un certain scepticisme devant les nombreuses méthodes proposées pour gagner à coup sûr à la roulette !

A titre d'exemple, on donne ci-après les résultats relatifs à l'étude de la série de numéros sortis à la roulette de Monte-Carlo, le 20 février 1939 (La Revue de Monte-Carlo, n° 872, table n° 2).

| | | Phases | Nombre de phases observées | $\bar{n}$ | Intervalles de confiance |
|---|---|---|---|---|---|
| N = 522 | | 1 | 205 | 207,2 | 189,4 — 225,0 |
| S = 168 | $\tau$ = 0,324 | | | | |
| C = 169 | $\tau_{min}$ = 0,310 | 2 | 91 | 92,7 | 76,3 — 119,1 |
| P = 336 | $\tau_{max}$ = 0,351 | | | | |
| | | ≥ 3 | 40 | 36,1 | 24,7 — 47,5 |
| | | Total ... | 336 | 336,0 | |

c) *Exemples arithmétiques : la distribution des décimales dans les développements de $e$, $\frac{1}{e}$ et $\pi$.*

Nous avons appliqué nos tests aux 2557 décimales des développements de $e$ et $\frac{1}{e}$ et aux 2036 décimales du développement du nombre $\pi$. On trouve que la distribution des décimales de ces nom-

bres rentre complètement dans le hasard. Il est tout de même curieux de constater que les indices analogiques (pourcentage des maxima, des phases 1, 2, 3 et $\geq 4$) relatifs à ces trois nombres ne diffèrent au plus que de 1,5 %.

### 3. — Exemples de l'étude d'une variable discrète à loi de probabilité non uniforme

a) *Jet de deux pièces.*

Considérons la somme des points amenés par le jet simultané de deux pièces dont les faces sont marquées par 0 et 1. La probabilité d'apparition de 0 ou 2 est $\frac{1}{4}$ et celle de l'apparition de 1 est $\frac{1}{2}$. On trouve facilement que la proportion des maxima (minima) par rapport au nombre total des jets est $\frac{1}{4}$ et la proportion des phases 1, 2, . . ., $i$ par rapport au nombre total des phases

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{2^2}, \ldots, \frac{1}{2^i} \cdot \cdot$$

b) *Jet de dés.*

Considérons la somme des points amenés avec deux dés. Cette somme peut prendre les valeurs *entières* de 2 à 12, chaque valeur ayant des probabilités d'apparition différentes (il est facile de voir que la probabilité d'obtenir 2 est $\frac{1}{36}$, de même que celle d'obtenir 12, celle d'obtenir 3 ou 11 est $\frac{2}{36}$, etc..., celle d'obtenir 7 est $\frac{6}{36}$ ).

Le jet des deux dés peut s'effectuer suivant deux techniques différentes.

*Première technique.*

Les deux dés sont jetés *simultanément* à chaque jet. De nombreuses expériences ont été faites suivant cette technique. L'application des test du hasard montre que la série des valeurs obtenues à chaque jet est distribuée au hasard (comme il y a lieu de s'y attendre *a priori*). Le tableau ci-dessous donne les résultats obtenus dans une série de 900 jets successifs.

| | | Phases | Nombre de phases | | | Intervalles de confiance des phases C ou D |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | C | D | Total | |
| N = 900 | | 1 | 169 | 165 | 334 | 147,9 — 180,9 |
| S = 282 | $\tau = 0,313$ | | | | | |
| C = 281 | $\tau_{min} = 0,300$ | 2 | 81 | 76 | 157 | 62,6 — 92,6 |
| P = 562 | $\tau_{max} = 0,331$ | | | | | |
| | | ≥ 3 | 31 | 40 | 71 | 27,5 — 50,7 |
| | | Total | 281 | 281 | 562 | |

On voit que $\tau$ et le nombre des phases croissantes et décroissantes 1, 2, ≥ 3 sont compris dans leurs intervalles de confiance respectifs. La série étudiée est donc au hasard.

*Deuxième technique.*

Au premier jet les deux dés sont jetés simultanément. On laisse alors un dé sur la table et on jette l'autre, puis à chacun des jets suivants on laisse sur la table le dé jeté le coup précédent et on jette l'autre. On établit ainsi, *a priori*, une liaison entre les valeurs de la somme des points amenés avec les dés à chaque jet. Les séries de valeurs obtenues de cette façon ont été étudiées par l'utilisation des tests du hasard et elles révèlent toutes une organisation très marquée. Le tableau ci-dessous donne les résultats obtenus dans une épreuve de 900 jets effectuée suivant cette technique.

| | | Phases | Nombre de phases | | | Intervalles de confiance des phases C ou D |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | C | D | Total | |
| N = 900 | | 1 | 50 | 51 | 101 | 101,4 — 129,1 |
| S = 198 | $\tau = 0,220$ | | | | | |
| C = 197 | $\tau_{min} = 0,297$ | 2 | 83 | 91 | 174 | 41,8 — 66,9 |
| P = 394 | $\tau_{max} = 0,334$ | | | | | |
| | | ≥ 3 | 64 | 55 | 119 | 17,7 — 37,1 |
| | | Total | 197 | 197 | 394 | |

On voit que $\tau$ (0,220) sort très largement de son intervalle de confiance (0,297 - 0,334), de même que le nombre des différentes phases croissantes et décroissantes (phases 1 croissantes observées : 50 pour intervalle de confiance 101,4 - 129,1 ; phases 2 croissantes

observées : 83 pour un intervalle de confiance 41,8 - 66,9, etc...). La série étudiée est par conséquent très fortement organisée.

Ces exemples de jets de dés montrent bien la fidélité des tests dans la détection du hasard ou de l'organisation.

c) *Direction et vitesse du vent.*

L'étude de la série constituée par les directions du vent relevées chaque jour à 12 h. 00, par exemple, conduit à des conclusions qui diffèrent suivant les lieux. C'est ainsi que pour l'année 1950 la série des directions du vent ne présente aucune organisation à Oslo et à Zurich, mais est sujette à une organisation faible à Paris-le-Bourget et plus marquée à Alger.

Des conclusions analogues sont valables pour la série constituée par la vitesse du vent relevée chaque jour à 12 h. 00. Pour l'année 1950, la vitesse du vent est distribuée au hasard à Alger, mais présente une organisation assez marquée à Paris-le-Bourget, Oslo et Zurich.

d) *Exemple de la théorie des nombres : la distribution des intervalles des nombres premiers.*

Nous avons appliqué les tests de la distribution non uniforme aux 5227 premiers nombres premiers. En calculant la fréquence des différents intervalles 2, 4, 6, . . ., on trouve que la distribution de ces intervalles possède une certaine organisation. En particulier les maxima (minima), les phases 1 décroissantes, les phases 2 croissantes, les phases 3 et plus croissantes et décroissantes sortent largement du hasard.

## 4. — Quelques autres applications des tests du hasard

a) *Quelques considérations sur l'utilisation des moyennes chevauchantes.*

Considérons la série des valeurs $x$ prises par une variable aux instants successifs $t_i$ ($i = 0, 1, 2. \ldots$, etc.), et appliquons lui la transformation linéaire d'ordre $n$ :

(1) $$y_i^{(n)} = a_1 x_i + a_2 x_{i+1} + \ldots\ldots + a_n x_{i+n-1}$$

où les coefficients $a_j$ ($j = 1, 2, \ldots n$) sont tous positifs. On forme ainsi une nouvelle série de valeurs $y_i^{(n)}$ qui constituent ce que l'on appelle une série de moyennes chevauchantes d'ordre $n$.

On montre facilement que le nombre des maxima et minima de cette série est nécessairement plus petit que celui des maxima et

minima de la série initiale $a_i$. Si une transformation linéaire analogue à (1) est appliquée à la série des $y_i^{(n)}$ (itération) le nombre des maxima et minima diminue encore. Ainsi :

*L'application itérée de la méthode des moyennes chevauchantes à coefficients positifs à une série au hasard introduit nécessairement une organisation* en diminuant le nombre des maxima et des minima.

L'exemple suivant met bien en évidence ce résultat. La figure 1 représente en trait fin 66 valeurs successives de la somme des points amenés avec deux dés jetés simultanément suivant la première technique de l'alinéa b) du paragraphe 3. Comme on l'a vu, cette série est distribuée au hasard.

La courbe en trait gras est obtenue par l'utilisation de « pentades » chevauchantes (moyenne mouvante d'ordre 5 où tous les coefficients $a_j$ sont égaux à $\frac{1}{5}$). On voit qu'elle présente une allure pseudo-périodique très accusée, ce qui fait ressortir la forte organisation introduite dans la série initiale.

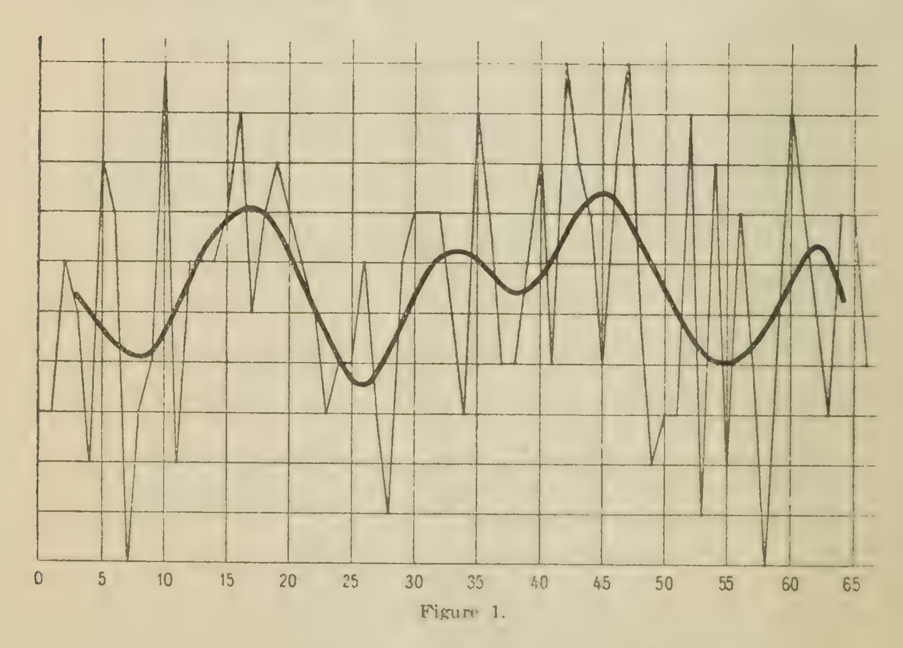


Figure 1.

On voit par cet exemple le danger que présente l'utilisation des moyennes mouvantes *en vue de la recherche de périodes* dans les phénomènes naturels en général et dans les phénomènes météoro-

logiques en particulier, le processus mathématique inclus dans la notion de moyenne chevauchante introduisant à lui seul une organisation qui peut fort bien n'être pas présente dans le phénomène étudié.

L'application de la tranformation

$$y_i = x_{i+1} - x_i = \Delta_1 x_i \qquad (2)$$

a pour effet, comme on peut le montrer sans difficultés, *d'augmenter* le nombre des maxima et des minima. Par suite, si la série des $x_i$ est au hasard, l'application de la transformation (2) a pour effet d'organiser la série ; d'autre part, si la série des $x_i$ est organisée avec une valeur de $\tau$ plus petite que la limite inférieure de l'intervalle de confiance, il peut arriver que la transformation (2) ait pour effet de donner naissance à une série des $y_i$ distribuée au hasard dans le cas où l'augmentation du nombre des maxima et minima amène la fréquence observée des maxima de la série des $y_i$ à se trouver dans l'intervalle de confiance correspondant.

L'étude du nombre annuel des taches solaires observées de 1749 à 1954 montre l'effet des transformations (1) et (2). Dans le tableau ci-dessous, la partie gauche résume les résultats obtenus par itérations successives de la transformation (1), ( $\nabla^n x_i$ représente la moyenne $\frac{x_i + x_{i+1}}{2}$ itérée $n$ foit et les $n$ les nombres de phases $i$, $i$ variant de 1 à 11) ; la partie droite résume les résultats obtenus après utilisation de la transformation (2) [$\Delta_n x_i$ représente l'itération d'ordre $n$ de la transformation (2)].

| | $x_i$ | $\nabla^1 x_i$ | $\nabla^2 x_i$ | $\nabla^3 x_i$ | $\nabla^4 x_i$ | $\Delta_1 x_i$ | $\Delta_2 x_i$ | $\Delta_3 x_i$ | $\Delta_4 x_i$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\tau \rightarrow$ | 0,122 | 0,090 | 0,090 | 0,094 | 0,091 | 0,245 | 0,330 | 0,367 | 0,381 |
| $n_1$ | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 52 | 82 | 101 | 109 |
| $n_2$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 | 35 | 36 | 37 |
| $n_3$ | 8 | 2 | 2 | 1 | 1 | 6 | 12 | 8 | 4 |
| $n_4$ | 10 | 9 | 7 | 8 | 6 | 7 | 1 | 0 | 0 |
| $n_5$ | 7 | 9 | 9 | 11 | 13 | 6 | 1 | 0 | 0 |
| $n_6$ | 8 | 6 | 11 | 7 | 8 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| $n_7$ | 3 | 5 | 2 | 6 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| $n_8$ | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| $n_9$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| $n_{10}$ | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| $n_{11}$ | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

On voit que l'itération de la transformation (1) :

$$\left( \text{où } a_1 = a_2 = \frac{1}{2} \right)$$

a bien pour effet de réduire le nombre des maxima et minima (décroissance de $\tau$), de faire disparaître les phases de faible et forte longueur au profit de celles de longueur moyenne (phases 4, 5, 6 et 7) et par suite d'organiser la série. La transformation (2) a, au contraire, pour effet d'augmenter le nombre des maxima et minima (croissance de $\tau$) et de diminuer le nombre des longues phases au profit de celui des courtes phases.

b) *Nouvelle méthode de recherche des analogies.*

L'existence d'une organisation très marquée des pressions et des températures journalières incite à utiliser cette organisation en vue d'une prévision. Nous exposons ci-après l'essentiel d'une méthode objective de recherche des analogies (recherche qui est la base d'une des méthodes de prévision du temps à longue échéance).

On sait que la méthode des analogies est utilisée couramment pour la prévision à moyenne échéance (une semaine à un mois). Elle consiste à rechercher dans le passé une période assez longue (de l'ordre d'un mois) pendant laquelle la situation isobarique a présenté une analogie avec la situation isobarique observée sur une période récente d'une durée égale, aussi bien en ce qui concerne la position que l'évolution des centres d'action (et donc en ce qui concerne les types de temps successifs). Une analogie peut être de même recherchée dans les températures et les précipitations. L'extrapolation de la situation analogue trouvée permet alors d'établir une prévision (en se basant sur l'hypothèse que l'évolution prévue est voisine de l'évolution passée de la situation analogue). Une des difficultés de la méthode provient de l'estimation de ce que l'on peut appeler situations analogues : cette estimation est grandement subjective et nécessite une recherche fastidieuse dans le passé. La théorie des séries chronologiques semble pouvoir apporter à cette recherche un élément systématique et objectif intéressant.

Bornons-nous à indiquer un procédé de recherche des analogues en ce qui concerne la pression (le même procédé étant valable pour la température).

Considérons la série chronologique constituée par la succession des pressions mesurées à 00 h. 00, 06 h. 00, 12 h. 00 et 18 h. 00 en une station A chaque jour. Un mois de trente jours donne donc lieu à une série chronologique constituée par 120 observations

(30 × 4). Cette série permet de déterminer la fréquence des maxima pour la période considérée, ainsi que la fréquence des phases 1, celle des phases 2 et celle des phases 3 et plus. Ces quatre fréquences exprimées en pour cent forment un nombre de huit chiffres que nous appellerons « indice analogique ». Par exemple, si $\tau = 0,22$ et si les fréquences 1, 2, $\geq 3$ et plus sont respectivement 0,42, 0,19 et 0,39, l'indice analogique de la période considérée pour la station A est 22-42-19-39.

Il est bien évident que dans deux situations très analogues les indices analogiques de la station A pour les deux périodes sont très voisins. Il est important cependant de noter que la réciproque n'est pas nécessairement vraie, deux indices analogiques voisins pouvant correspondre à deux périodes assez différentes, car les indices analogiques ne tiennent pas compte de la *succession des phases* (on peut évidemment avoir des successions différentes des phases 1, 2, $\geq 3$ et plus avec un même nombre total de phases 1, de phases 2 et de phases 3 et plus). Néanmoins *il ne peut éventuellement y avoir de situations analogues que parmi les périodes possédant des indices analogiques voisins.*

Dès lors la méthode de recherche des analogies est très simple. Les indices analogiques ayant été calculés pour la station A pour les mois de juillet, par exemple, de plusieurs années, il suffit de rechercher dans ces indices ceux qui se rapprochent de celui du mois de juillet de l'année en cours. Parmi les mois de juillet des années précédentes *qui possèdent un indice voisin de ce dernier*, doit être choisi *par analyse des cartes et des comptes rendus quotidiens d'observation*, celui qui présente le plus d'analogie avec le mois de juillet de l'année en cours. La prévision du temps pour le mois d'août sera alors inspirée des caractères généraux du temps du mois d'août suivant le mois de juillet choisi comme analogue. On peut d'ailleurs effectuer une recherche analogue dans des périodes chavauchant le mois de juillet (période 20 juin-19 juillet et période 10 juillet-9 août, par exemple).

La mise en œuvre de la méthode exige naturellement un gros travail préliminaire de calcul des indices analogiques. Si l'on se borne (ce qui semble *a priori* très suffisant) à des périodes d'une durée d'un mois avec décalage de 10 jours, il est nécessaire de calculer 36 indices analogiques *par an* et *par station*. Pour une trentaine d'années, il est donc nécessaire de calculer un peu plus de 1.000 indices par station. Pour la France, il semble que 6 ou 7 stations soient suffisantes (une par région climatique environ), ce qui conduit au calcul de 7.000 à 8.000 indices. C'est là un travail qui ne peut être entrepris que par une équipe de calculateurs assez

étoffée (le calcul d'un indice demande une quinzaine de minutes ; le calcul des 7.000 ou 8.000 indices précédents demanderait donc 2.000 heures environ). Il y a lieu de noter que ce calcul des indices analogiques est fait une fois pour toutes.

Il ne nous a évidemment pas été possible d'effectuer entièrement ce travail. Nous avons néanmoins calculé pour Paris-Saint-Maur les indices analogiques des périodes 20 juin-19 juillet, 1er juillet-31 juillet et 10 juillet-9 août pour les années 1921 à 1952, soit 96 indices. A titre d'exemple, on donne ci-dessous les 3 indices relatifs à l'année 1946 et à l'année 1950.

| | 1946 | 1950 |
|---|---|---|
| 20 juin-19 juillet .............. | 16-42-17-41 | 13-17-30-53 |
| 1er juillet-31 juillet ............ | 14-32-18-50 | 15-28-22-50 |
| 10 juillet-9 août ............... | 15-34-14-52 | 15-31-22-47 |

Deux indices analogiques voisins apparaissent : celui de juillet 1946 (14-32-18-50) et celui de juillet 1950 (15-28-22-50) ; les fréquences des phases 3 et plus sont les mêmes (0,50), les fréquences des maxima sont très voisines (0,14 et 0,15) et les fréquences des phases 1 et des phases 2 diffèrent de 4 % (0,32 contre 0,28 et 0,18 contre 0,22). Les mois de juillet 1946 et 1950 sont donc susceptibles de présenter une bonne analogie ; pour la région parisienne l'examen des cartes montre qu'il en est bien ainsi. M. Donzel, dans une Notice d'Instruction Technique de la Météorologie Nationale (Section III, pièce n° 5, juin 1952), signale l'analogie qu'il a détectée pour ces deux mois (à un décalage de 3 jours près).

On peut envisager différents autres procédés d'application de la méthode. Par exemple, au lieu d'utiliser des indices analogiques locaux (attachés à une station donnée A), il serait peut-être intéressant d'utiliser des indices régionaux en prenant les moyennes des fréquences de plusieurs stations.

Quoiqu'il en soit, il semble que la méthode ouvre une très large voie de recherche et soit susceptible d'introduire dans la détection des analogies un facteur d'objectivité et de rapidité (une fois les calculs des indices exécutés) qui ne peut qu'améliorer les résultats, déjà fort satisfaisants, obtenus par la prévision à moyenne échéance au moyen de l'utilisation de la méthode des analogies.

Quelques essais de prévisions mensuelles ont déjà été faits, les résultats obtenus sont très encourageants et semblent au moins

aussi bons que ceux obtenus par les méthodes classiques en usage, avec un élément subjectif beaucoup plus réduit.

On peut enfin remarquer que la méthode de recherche des analogues proposée ici est susceptible d'être utilisée dans d'autres domaines que la météorologie. Nous n'avons pas effectué d'essais dans ce sens, mais on peut envisager de l'utiliser, par exemple, pour la prévision des crues en recherchant des indices analogiques voisins dans les étiages ou les débits journaliers ; pour la prévision des altitudes des iso 0° et —10° en recherchant des analogies dans les altitudes journalières de ces isothermes, etc...

c) *Etude de la littérature et de la musique.*

Numérotons les lettres de l'alphabet. D'après la fréquence des lettres dans chaque langue, on peut rechercher à l'aide de différents textes d'un auteur un « indice analogique », composé comme nous l'avons déjà indiqué, qui soit spécifique de cet auteur. On a ainsi une certaine caractéristique du style et on peut alors classer les auteurs d'après leurs « indices analogiques » spécifiques.

On peut également considérer le nombre de lettres de chaque mot successif et utiliser la série formée par ces nombres de lettres pour déterminer un autre indice analogique caractérisant le texte étudié, et donc le style de l'auteur.

En musique, on peut procéder de façon analogue en numérotant les notes et les octaves.

d) *Etude du comportement des animaux (insectes, par exemple).*

Pour étudier le comportement (raisonné ou non) d'un animal, on peut étudier la série des distances à un point de référence choisi des positions successives occupées par lui. Si cette série est au hasard, l'animal présente un comportement purement aléatoire ; dans le cas contraire, il est plus ou moins raisonné ou tributaire de l'instinct.

e) *Etude du tir.*

De même, la série des distances des points d'impact successifs des projectiles au centre d'une cible permet d'avoir une idée de la valeur du tir. Si cette série est au hasard, le tir est mal groupé ; dans le cas contraire, le groupement est satisfaisant et le tir est bien réglé si ce groupement s'effectue au centre de la cible.

f) *Etude du battage des cartes.*

On sait qu'il existe des appareils de battage des cartes. L'application des tests du hasard permettrait de vérifier si le battage

est correctement fait ; il suffirait pour cela d'affecter un numéro à chaque carte (1 pour l'as, 2 pour le 2,. . . 11 pour le valet, 12 pour la dame, 13 pour le roi) et d'étudier la série formée par les numéros successivement sortis de l'appareil. Si le battage est correct les numéros de cette série doivent être distribués au hasard.

### 5. — Conclusion

Comme le montrent les différents exemples d'application des tests du hasard que nous avons exposés, les possibilités d'utilisation de ces tests sont innombrables et touchent de nombreuses branches de l'activité humaine. Nous espérons que la mise en œuvre de ces tests pourra apporter une aide précieuse aux statisticiens aussi bien dans le domaine technique et industriel que dans celui des diverses disciplines scientifiques.

M. Kiveliovitch et J. Vialar.

# Quelques plantes médicinales de l'Amérique Latine : leur utilisation therapeutique [1]

par René FABRE,

*Doyen de la Faculté de Pharmacie de Paris,*
*Membre de l'Académie Nationale de Médecine.*

Le titre de ma conférence peut sembler bien présomptueux : en réalité, je redoute de vous paraître très incomplet. L'Amérique du Sud nous fournit une telle abondance et une telle variété de produits intéressants par leur emploi thérapeutique qu'il me paraît impossible de m'attarder longuement sur chacun d'eux. Aussi, après vous avoir fait un exposé général de l'inventaire des matières premières d'origine végétale à usage médicamenteux, me contenterai-je de vous donner avec quelques détails une documentation particulière pour certaines d'entre elles d'un intérêt plus actuel.

La partie du continent qui constitue l'Amérique du Sud présente une configuration très spéciale ; la côte ouest, baignée par l'Océan Pacifique, est en général abrupte, s'élève brusquement pour former la chaîne de montagne dite « Cordillère des Andes », avec ses volcans éteints ou en activité, ses lacs de haute altitude et ses sommets atteignant ou dépassant même 5 à 6.000 mètres.

En revanche, du côté de l'est, cette chaîne montagneuse s'étale progressivement en pentes allongées qui aboutissent finalement à une immense plaine de plusieurs milliers de kilomètres, configuration qui représente une sorte de triangle émoussé dont la pointe est s'avance profondément dans l'Atlantique, océan qui la sépare de la côte occidentale d'Afrique.

Des Andes orientales, descendent de nombreux cours d'eau qui constituent l'immense bassin du fleuve des Amazones et de ses affluents, qui s'étale sur plus de vingt degrés de latitude.

A cette artère fluviale, se joignent au nord quelques fleuves côtiers dont le plus important est l'Orénoque. Vers le sud, le Parana, qui prend naissance dans le plateau du Brésil méridional, se trouve grossi du Paraguay, son affluent en provenance du massif indépendant du Matto-Grosso et d'un certain nombre d'autres rattachés à la Cordillère des Andes ; non loin de la côte sud-est du Brésil, des séries de petites montagnes (500 à 1.000 m.) forment

[1] Conférence faite à l'Institut des Hautes Etudes d'Amérique latine.

une chaîne discontinue qui donne naissance à quelques fleuves côtiers dont les plus importants sont l'Uruguay au sud et le San-Francisco vers la pointe est.

Les notes dominantes au point de vue de la géologie botanique, ainsi que de la distribution des drogues végétales, sont fournies par la région des Amazones et de l'Orénoque, fleuves pour lesquels la ligne de partage des eaux est par endroits à peu près inexistante ; ce sont des régions inondables couvertes par la forêt dense, puissante, inextricable. En opposition, s'étend la longue chaîne de plateaux de la Cordillère avec sa forêt primaire, toute différente, mais également de forte densité. Dans la partie basse, vers le sud, la forêt longe les rivières en formant des galeries forestières épaisses, puis séparées par de larges étendues de savanes humides et même marécageuses, dites *Llanos* dans le bassin de l'Orénoque, ou *Campos* dans la zone amazonienne du Brésil.

## Grands produits de cueillette

Le plus important de tous est le *caoutchouc sauvage de l'Hevea*. Ce grand arbre est dispersé en individus isolés ou par petits groupes et sa recherche dans la forêt est pénible ; aussi n'a-t-on exploré que les bandes forestières proches des cours d'eau où l'on pouvait remonter en pirogue, tant dans la région de la forêt dense que dans celle des galeries forestières. C'est ce qui a été schématisé sur la carte par des hachures croisées ; les points de concentration des cueillettes rapportés par les expéditions des « seringueiros » furent successivement *Para*, à l'embouchure du fleuve, puis *Santarem*, puis *Obidos* et enfin *Manaos*, près de qui viennent déboucher les grands affluents comme le Rio Negro, le Madeira, le Putumayo descendant des Andes colombiennes, péruviennes et boliviennes.

A l'époque où l'on cherchait partout la précieuse gomme, on exploitait aussi, dans le nord-ouest de Ule (*Castilloa elastica*), dans le Brésil oriental, le *Ceara* (*Manihot Gliziowii*), le *Mongabeira* (*Hancornia speciosa*), etc.

*Quinquinas*. — La zone cinchonifère où furent découvertes tant d'espèces du genre *Cinchona* et étudiées tant de sortes d'écorces commercialisées pendant près d'un siècle d'exploration, est très bien délimitée géographiquement. Elle débute au 18e degré de latitude sud, en Bolivie, pour se terminer dans les chaînes qui s'abaissent progressivement vers la mer, en Colombie et au Vénézuéla.

Les *Cinchona* sauvages n'existent pas sur le versant occidental de la Cordillère, ou bien rarement, et seulement dans la zone d'altitude peu élevée du nord.

En somme, bien que la culture à Java ait fait perdre toute importance à la zone naturelle de l'Amérique du Sud, celle-ci n'est pas encore totalement délaissée et il se fait encore de temps à autre des expéditions de « cascarilleros » pour aller quérir les Quinquinas Loxa et Huanuco spontanés dans les Andes péruviennes.

*Coca.* — L'arbuste à Coca, dont les feuilles ont longtemps porté le nom de Coca du Pérou, possède une aire de dispersion qui s'étend sur toute la longueur du Pérou, et du nord de la Bolivie sur les hauts plateaux.

Avant la conquête espagnole, l'usage de la feuille de Coca, connu depuis longtemps des Indiens, était au Pérou un privilège exclusif des chefs Incas.

Les Espagnols, devant les effets constatés de la drogue et voyant son intérêt, établirent très vite un monopole, source immédiate de revenus, et encouragèrent la population à en faire usage, n'en prévoyant guère les conséquences ultérieures.

Les Indiens mâchent, feuille à feuille, lentement, pour en faire une boule masticatoire qu'ils placent à la façon d'une « chique de Tabac » dans un côté de la bouche, puis, à l'aide d'une petite baguette, ils touchent dans une calebasse qu'ils portent sur eux, une poudre calcaire ou même de la chaux ou encore, et le plus souvent, une préparation dite « llipta », composée de cendres très alcalines des diverses plantes régionales — dont le *Chenopodium Chinos* ou certaines Cactées — pétries avec de la fécule mouillée, de façon à en faire des pains dénommés « *sittikkchira-carapari* ».

Cette mastication leur permet de résister aux plus dures fatigues et fait disparaître la sensation de la faim. Malheureusement, l'usage de la Coca devient rapidement un besoin impérieux, une accoutumance fatale. Il faut rapprocher ce fait de la recherche de la sensation de bien-être produite (euphorie), par ce que l'on connaît des usages de l'opium et des caféiques : *Maté* au Brésil et au Paraguay, *Café* dans le monde entier, *Kola* en Afrique occidentale surtout, *Kath* en Ethiopie, *Haschich* chez les Arabes, *Opium* aux Indes et en Chine, etc...

Bien que ces propriétés de la *Coca* fussent connues, son usage à l'état de feuilles ne présentait aucun danger grave. A peu près inusitée en Europe jusqu'en 1884, bien que la plante ait été importée au Muséum de Paris par De Jussieu en 1749, elle n'entrait que dans la préparation de quelques vins médicinaux.

Pourtant, en 1859, Neumann de Göttingen avait extrait des feuilles un alcaloïde, la *cocaïne*, mais on n'avait tiré aucun parti de ce produit.

En 1884, un étudiant en médecine de Vienne, Koller, reconnut les propriétés anesthésiques locales de cet alcaloïde et très rapidement le public médical de toutes les nations s'empara des observations publiées, et ce fut un véritable engoûment pour cette drogue qui prit une des places les plus importante dans l'arsenal thérapeutique, notamment en chirurgie ophtalmologique.

Très vite aussi, malheureusement, son usage illicite se répandit dans le monde entier, dont les effets entraînèrent des conséquences graves. La nécessité de restreindre l'emploi de la cocaïne, stupéfiant des plus dangereux, s'imposa universellement tant sont nombreux les faibles et les névrosés en quête de sensations euphoriques.

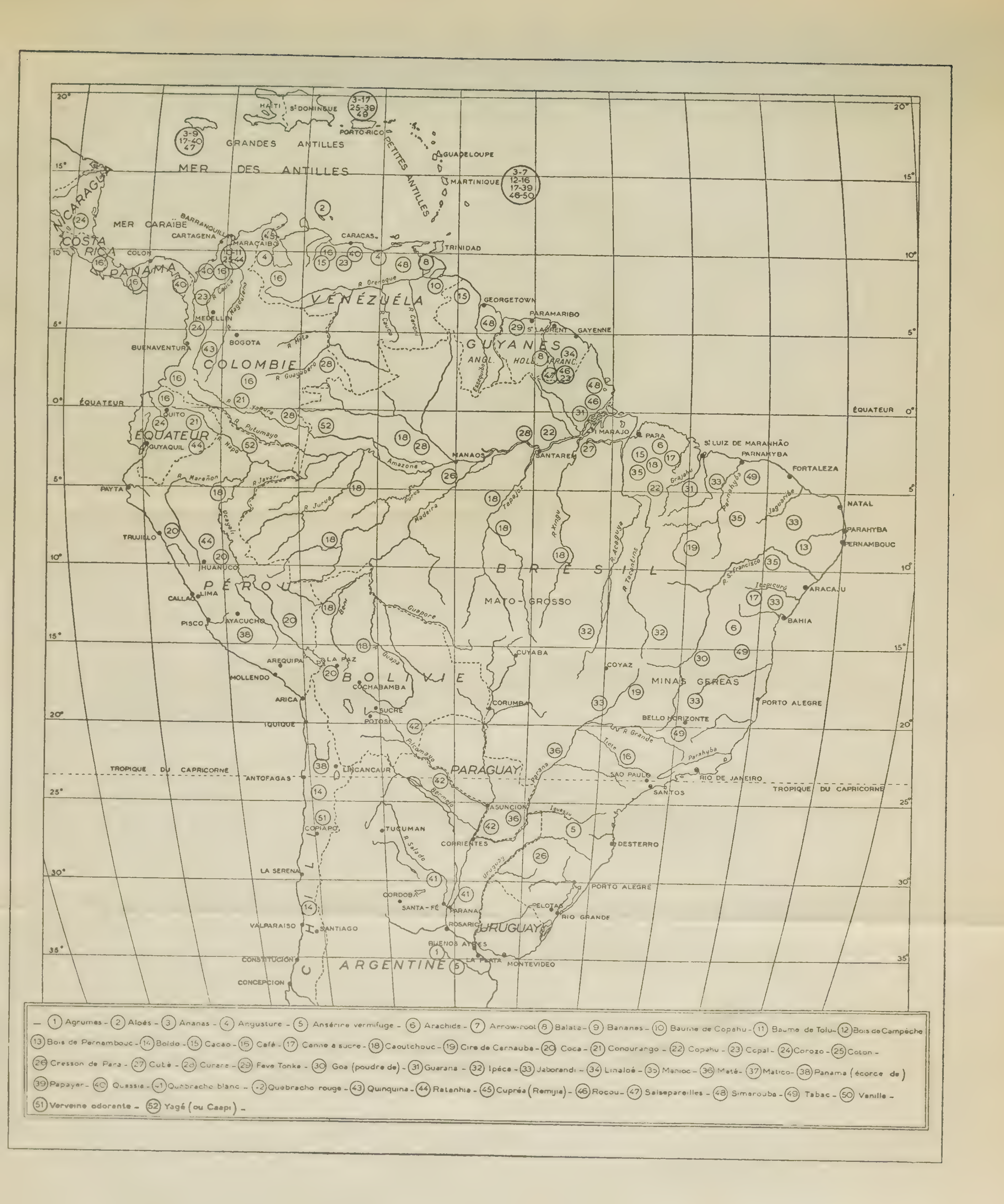
Les cocaïnomanes utilisent le chlorhydrate de cocaïne, surtout en prise par le nez, soit en mélange avec une poudre inerte, puis bientôt à l'état pur, soit aussi en aspirant, toujours par le nez, une solution aqueuse du sel.

Les qualités anesthésiques locales de la Cocaïne ayant trouvé de nombreuses applications chirurgicales, en ophtalmologie, en oto-rhino-laryngologie, en anesthésie locale pour la petite chirurgie et même jusqu'à la rachianesthésie, ont incité les chimistes à la recherche de produits synthétiques susceptibles de remplacer la drogue devenue un danger social. C'est ainsi que sont apparues la *stovaïne* de Fourneau, puis la *psicaïne*, la *novocaïne*, etc...

Quoi qu'il en soit et malgré la signature des Gouvernements à la « Convention de Genève sur les stupéfiants », l'usage illicite de la « drogue » n'a pas disparu ; aussi est-ce une lutte de tous les instants pour en réduire le trafic et soustraire les malheureux cocaïnomanes à leur habitude invétérée.

Les plantations ou « Cocals » datent de plusieurs siècles, car les indigènes utilisent la drogue depuis sans doute un temps immémorial pour se préserver des sensations de la faim au cours de leurs voyages, tout en se procurant une sensation euphorique recherchée. Toutefois, il ne semble pas que les populations des anciennes civilisations des Aztèques, Toltèques ou autres, aient abusé de la drogue comme l'on fait celles de la race blanche. La fabrication de l'alcaloïde brut (cocaïne) se fait également dans ces régions et les Hollandais ont cultivé à Java une espèce, *Erythroxylon Spruceanum*, en vue de l'extraction de cette drogue dont les méfaits sont connus et la demande faite presque toujours dans un but illicite.

Production : Pérou : 8.000 tonnes (exportées : 350)).
Bolivie : 4.500 tonnes.
Colombie : 186 tonnes.


MER DES ANTILLES
GRANDES ANTILLES
PETITES ANTILLES
MER CARAÏBE
ÉQUATEUR
TROPIQUE DU CAPRICORNE
VÉNÉZUÉLA
COLOMBIE
ÉQUATEUR
PÉROU
BOLIVIE
BRÉSIL
GUYANES
PARAGUAY
URUGUAY
ARGENTINE
CHILI
MATO-GROSSO
MINAS GERAES
PANAMA
COSTA RICA
NICARAGUA
— (1) Agrumes - (2) Aloès - (3) Ananas - (4) Angusture - (5) Ansérine vermifuge - (6) Arachide - (7) Arrow-root (8) Balata - (9) Bananes - (10) Baume de Copahu - (11) Baume de Tolu - (12) Bois de Campêche
(13) Bois de Pernambouc - (14) Boldo - (15) Cacao - (16) Café - (17) Canne à sucre - (18) Caoutchouc - (19) Cire de Carnauba - (20) Coca - (21) Condurango - (22) Copahu - (23) Copal - (24) Corozo - (25) Coton -
(26) Cresson de Para - (27) Cuté - (28) Curare - (29) Fève Tonka - (30) Goa (poudre de) - (31) Guarana - (32) Ipéca - (33) Jaborandi - (34) Linaloé - (35) Manioc - (36) Maté - (37) Matico - (38) Panama (écorce de)
(39) Papayer - (40) Quassia - (41) Quebracho blanc - (42) Quebracho rouge - (43) Quinquina - (44) Ratanhia - (45) Cupréa (Remijia) - (46) Rocou - (47) Salsepareilles - (48) Simarouba - (49) Tabac - (50) Vanille -
(51) Verveine odorante - (52) Yagé (ou Caapi) -

*Maté*. — Si les autres plantes à caféine sont originaires, l'une (Café) d'Afrique, l'autre (Thé) de la Chine, la troisième (Maté) est spontanée au Paraguay, en Argentine et dans la région du Parana au Brésil Occidental du Sud.

Production 1952 : 60.287 tonnes, dont 44.566 tonnes pour l'Argentine : au Brésil : 90.000 tonnes, dont 66.000 tonnes exportées.

De vastes cultures existent surtout dans la province de Misiones, de sorte que la production, malgré l'importance économique de la drogue, est nettement limitée à cette région. Notons la présence d'une autre drogue à caféine, le *Yocco*, écorce que connaissent certaines tribus des Andes, de la Colombie et de l'Equateur.

*Jaborandis*. — Produits par des *Pilocarpus* dont l'aire de dispersion s'étend des Etats de l'ouest du Brésil à ceux du nord-est, d'où vient le *Jaborandi à petite feuilles ou de Marahum* (*Pilocarpus microphyllus*), les autres espèces sont les plus répandues sur le marché : *P. pennatifolius* du Matto-Grosso et de l'Etat de Rio, *P. Jaborandi* et *P. trachylophus* de l'est du Brésil, etc.

Cette drogue est surtout utilisée pour l'extraction de la pilocarpine, alcaloïde sialagogue qui agit aussi en rétrécissant la pupille ; il est fort employé dans le traitement du glaucome si fréquent en Afrique du Nord.

Les *Jaborandis* sont les feuilles de diverses espèces d'arbustes, brésiliens, doués de qualités sudorifiques et renfermant un alcaloïde toxique important en thérapeutique, la *pilocarpine*. Plusieurs *Pilocarpus* concourent à la production de la drogue qui peut ainsi présenter des aspects différents, ce qui nécessite une étude approfondie.

Primitivement, cette appellation se rapportait au Brésil, à tout un groupe de Pipéracées et notamment le *Piper Jaborandi*, tandis que les plantes qui fournissent les Jaborandis portent les noms indigènes d' « *Arruda do mato* », « *Arruda brava* », et plus rarement, ceux de *Nhaguarandi* et *Jaguarandy*.

En 1874, le Dr Coutinho appela l'attention du monde savant sur une plante du Pernambuco qu'il dénomma *Jaborandi* : ce nom lui fut conservé malgré l'erreur initiale. Baillon la rattacha au *Pilocarpus pennatifolius* Lem.

Le succès remporté par la pilocarpine fit affluer sur le marché différentes feuilles d'espèces voisines du même genre, dont la teneur en alcaloïde est variable, et il apparut même, en mélange ou sépa-

rément, des feuilles d'espèces appartenant à des familles différentes et sans aucune activité. C'est à Duval, en 1905, que l'on doit l'étude la plus complète des espèces productrices, et ce travail est devenu classique.

*Ipéca.* — *L'Ipéca du Brésil*, dont la racine fait partie de toutes les Pharmacopées du monde, se récolte à l'état sauvage depuis la vaste région du Matto Grosso où il est encore abondant à l'état sauvage, jusqu'au Minas Géraès où, par suite de l'exploitation trop intense dont il a été l'objet, il se renouvelle constamment sans atteindre son plein développement, raison pour laquelle la drogue est toujours de dimension réduite.

La désinence de la drogue vient de « Pecaoguene » qui, en langage tupi veut dire « plante vomitive » qu'on appliqua tout d'abord à des Ménispermacées ; mais le même mot précédé d'un I « I-pecao-guene » qui signifie « petit », désigne l'*ipéca officinal*.

C'est le moine portugais Trystram qui, ayant séjourné pendant trente années au Brésil, de 1570 à 1600, fit connaître en Europe cette drogue inscrite aujourd'hui dans toutes les pharmacopées.

Décrite en 1648 par Marcgraf en Allemagne, elle fut importée en France en 1672 et son usage contre la dysenterie amibienne a été préconisée par Helvetius.

Production : Brésil : 500 tonnes par an, dont 30 tonnes importées en France.

## Cultures introduites

*Café.* — Dans l'Etat de Sao-Paulo, le Caféier d'Arabie a trouvé pour son développement des conditions optima et le trop fameux champignon parasite, *Hemileia vastatrix*, a respecté les plantations. Celles-ci, très denses, occupent une zone limitée, mais de production intensive, représentant les 2/3 de la récolte brésilienne, des Etats du Minas Géraès, Bahia et autres. Or, *le Café du Brésil* représente les 8 à 9/10 de la consommation mondiale.

Au Brésil, en 1953 : 1.117.824 tonnes, dont 950.000 tonnes exportées.

Le Venezuela et la Colombie sont également des régions productrices de café réputé, car l'arbre y est cultivé à des altitudes favorables, dépassant souvent 2.000 mètres.

Colombie : 368.000 tonnes ; Venezuela : 47.000 tonnes.

*Cacao.* — Sans être une production de très haut intérêt économique en Amérique méridionale, le Cacao se récolte au Brésil, dans la région de Para, mais aussi au Venezuela et à l'Equateur qui fournissent une qualité très appréciée.

Production : Brésil (1953) : 122.500 tonnes (dont 60.000 exportées).
Colombie (1953) : 15.000 tonnes.
Equateur (1953) : 16.000 tonnes.
Venezuela (1953) : 24.000 tonnes.

En dehors des produits de grande consommation et de grand trafic, il en est un certain nombre d'autres qu'il est nécessaire de signaler.

### Quelques autres drogues à intérêt pharmacodynamique

C'est dans la région des Amazones et de l'Orénoque que se préparaient les fameux poisons de flèche dénommés *Curares* auxquels a été consacrée une conférence spéciale.

Dans la région du Haut-Orénoque et du Haut-Amazone équatorial, une drogue sensorielle mérite mention ; c'est le *Yagé* (*Banisteria Caapi*) dont les effets rappellent ceux du Chanvre indien ; il renferme un alcaloïde, la *yagéine*, identique à l'harmaline du *Peganum Harmala*, plante subdésertique de Tunisie, Tripolitaine, et Syrie, etc.

Ni l'une ni l'autre de ces drogues ne sont utilisées dans la thérapeutique, mais elles doivent être connues à cause de leurs propriétés physiologiques.

On doit à Reinburg, en 1921, la première notion sur ces drogues curieuses diversement dénommées suivant les régions.

Ces dénominations se rapportent à une seule et même plante, *Banisteria Caapi*, dont les feuilles, la racine et les fruits renferment un alcaloïde, la *yagéine* ou *télépathine*, toxique, mais qui, à dose modérée, procure une ivresse particulière avec visions colorées et tout un ensemble de phénomènes dont la thérapeutique des affections nerveuses pourrait tirer, sans doute, un parti utile dans le domaine de la psychiatrie.

Villavicencio fit connaître le premier, en 1858, les curieuses propriétés de l'*Ayahuasca* dont les populations indigènes de l'Equateur, les Indiens Zaparos et Tukanos connaissent depuis longtemps les propriétés stupéfiantes ; il expérimenta sur lui-même la drogue et il a éprouvé, sous son influence, des vertiges, des rêves, tantôt agréables, tantôt pénibles, puis au réveil, une intense céphalée.

En 1867, Martius, le grand botaniste voyageur, note à son tour que les Indiens vivant dans la région du fleuve Uaupés, affluent de droite de Rio Uegro, désignent sous le nom de *Caapi* un arbuste, *Banisteria Caapi* Spruce, dont les fruits servent à la préparation d'un breuvage amer qu'ils consomment dans l'intervalle de leurs danses.

Sous cette dénomination botanique, Spruce, voyageur anglais ayant récolté en 1853 des échantillons fleuris appartenant à la famille des Malpighiacées, en distribua à plusieurs herbiers ; c'est Grisebach qui, sur un de ces échantillons de Spruce, a le premier décrit botaniquement le *Banisteria Caapi*.

En 1870, Orton a vu de son côté que les Indiens Zaparos emploient l'Ayahuasca comme narcotique et Crevaux signale, en 1883, l'usage fait par les Yuahibos de l'Est de la Colombie, du *Caapi*, liane à propriétés enivrantes.

D'après Tyler, en 1894, les sorciers Zaparos emploient la décoction de cette liane pour prédire l'avenir ; elle leur procure des visions magnifiques, puis un délire furieux suivi de prostration profonde.

En 1905, Rocha confirme les observations de Crevaux sur le *Yagé* ou *Zahé* de la Colombie, confirme que son usage procure d'abord des visions paradisiaques et permet de prédire l'avenir, puis ensuite du délire furieux. Les indigènes l'emploient aussi comme purgatif mais alors, pour en diminuer la toxicité, ils lui adjoignent d'autres plantes encore inconnues.

C'est alors que Zerba Bayon, chargé en 1905-1906 d'une mission scientifique dans le Caqueta, fit un rapport retentissant sur le *Yagé*, dont les indigènes connaissent, dit-il, jusqu'à quatre espèces et qui croît en abondance dans la forêt ; il serait même cultivé par eux.

Les indigènes qui emploient une infusion de cette liane « voient tout en couleur bleue », puis finissent toujours par être atteints de délire furieux ; se croyant aux prises avec des bêtes féroces, ils s'enfoncent dans les forêts pour imiter leurs hurlements et « mettent en pièces » tout ce qu'ils rencontrent sur leur chemin, etc...

Les Blancs, ajoute-t-il, chez qui l'emploi du *Yagé* est devenu un vice, ressentent les mêmes effets que les indigènes.

Ayant lui-même absorbé deux cuillerées d' « extrait de Yagé », dose sans doute bien inférieure à celle que prennent les Indiens, il éprouva les phénomènes suivants : agitation et insomnie, exalta-

tion des facultés intellectuelles, alacrité musculaire, augmentation de la diurèse, ainsi que de l'amplitude des mouvements respiratoires, accélération du pouls, etc.

Malheureusement, trop crédule, Z. Byon ajouta dans ses rapports une série de légendes non contrôlables.

Il voulut, sans succès, en isoler le principe actif, cristallisé, mais il reconnut la présence d'un alcaloïde qu'il appela : *télépathine*.

Wallace, qui a publié en 1908 les notes de Spruce, rapporte que le Caapi se rencontre dans trois régions différentes : 1°) au nord-ouest du Brésil, sur les affluents du Rio Negro où les indigènes l'appellent *Caapi* et utilisent les infusions ; 2°) dans l'ouest du Venezuela, sur les affluents de l'Orénoque, où il est pris non seulement en infusions sous le nom de *Caapi*, mais aussi employé comme masticatoire ; 3°) au pied des Andes de l'Equateur, où les Indiens Zaparos le dénomment *Ayahuasca*.

Au sud du Yapura, les guérisseurs indigènes l'utilisent, d'après Whiffen, pour faire le diagnostic des maladies, mais au nord, on ne le recherche que pour son action enivrante et aphrodisiaque ; il est connu d'eux sous les noms de *Caapi* et *Ayahuasca*.

Enfin, Reinburg, qui visita ces régions, décrit, en 1921, les sensations éprouvées par cette infusion qu'il expérimenta sur lui-même et, avec lui, se termine la série des rapports des explorateurs et marque le début de l'ère des travaux scientifiques sur cette curieuse drogue dont les effets s'apparentent à ceux du Haschich.

D'après la description de Spruce, le *Banisteria Caapi* serait un plante ligneuse volubile dont la tige de la grosseur du pouce est renflée aux nœuds ; elle porte des feuilles opposées, longues de 16 cm. et larges de 8 cm., ovées-acuminées, apiculées-aiguës, minces, lisses en dessus, parsemées en dessous de poils acuminés et dont le pétiole mesure 2 cm.

Les indigènes l'emploient presque toujours seul, sauf quelques tribus du Rio Uaupes, qui lui ajoutent une faible portion de « Caapi-pinima », plante que Spruce croit être un *Haemadyction*.

Quoi qu'il en soit, il paraît certain que chez toutes les peuplades utilisant *B. Caapi*, cette plante provoque, deux minutes à peine après l'absorption, les phénomènes toxiques suivants : pâleur, tremblements de tous les membres, sueurs, délire furieux, puis 10 minutes après une violente excitation ; enfin l'homme se calme et paraît épuisé.

Chez les Blancs, on note des alternances de froid et de chaud, de peur et d'audace et surtout des troubles de la vue avec hallucinations, tantôt extrêmement agréables, tantôt épouvantables.

Le premier travail de laboratoire est de C. F. Cardenas qui obtint le premier l'alcaloïde cristallisé et lui conserve le nom de télépathine, en souvenir de Bayon qui n'avait que soupçonné son existence.

Cardenas en a donné deux réactions colorées et l'a expérimenté sur le Rat blanc, le Chien et l'Homme ; il conclut que l'ivresse du Yagé ressemble beaucoup à celle du Haschich, mais avec cette différence que son emploi immodéré n'entraîne pas les funestes conséquences de cette dernière drogue, déterminant des troubles mentaux, qui font peupler de ces toxicomanes les asiles d'aliénés ; les indigènes du Caquetà et du Putumayo, malgré un usage continu, n'ont jamais manifesté ces troubles.

C'est au Brésil, aux Guyanes et aux Antilles qu'on trouve le *Spigelia Anthelmia*, la fameuse herbe toxique dite « Herbe à la Brinvilliers » en souvenir des empoisonnements fameux que rapporte la chronique ; la plante est employée comme vermifuge.

Au Chili, on récolte le *Boldo*, et il est à se souvenir que les montagnes chiliennes sont le berceau de la *Pomme de terre*, de la *Verveine* odorante (*Lippia citriodora*) cultivée en Europe et en Afrique du Nord comme tisane populaire, mais dont on récolte aussi une certaine quantité en Argentine.

Les *Ratanhias* sont aussi des drogues américaines ; le *Ratanhia officinal* ou *du Pérou* se récolte dans ce pays et en Bolivie ; le *Ratanhia du Brésil* ou du *Para* provient de cet Etat, il est beaucoup moins employé.

Une drogue préparée à base de graines de *Paullinia sorbilis* et riche en caféine, se consomme en grande partie sur place, en mélange avec divers ingrédients ; elle fait ainsi l'objet d'une exportation intéressante, c'est le *Guarana*.

Production : 200 tonnes, dont 500 kg. pour la France.

On récolte encore au Brésil, la poudre de *Goa* dans les lacunes corticales de l'*Andira Araroba*, le *Cresson de Para* (*Spilanthes oleracea*), Composée que l'on cultive depuis longtemps dans la région méditerranéenne.

Citons encore le *Rauwolfia heterophylla* (Chalchupa du Guatemala ou Pinique - Pinique de Colombie) utilisé contre le paludisme et les morsures de serpents. La partie employée est la racine qui est hypothermisante chez le cobaye.

Dose toxique des alcaloïdes de *Rauwolfia Serpentina* : 500 mg/kg chez le rat.

Dose usuelle : 2/10 mg/kg chez l'homme.

Les propriétés hypotensives de certains *Rauwolfia* sont actuellement très usitées.

La variété vermifuge active du *Chenopodium ambrosioides*, var. *anthelminthicum*, est produite en Argentine où cette plante aurait acquis son maximum d'activité.

Enfin, il est un grand nombre d'espèces de réputation locale dont il apparaît parfois des échantillons dans le commerce européen, telles sont : les *Geoffroya* (Angelins), le *Guaco* et autres plantes réputées contre la morsure des serpents, le *Quebracho blanc, Aspidosperma Quebracho*, l'*Allemao* (*A. Peroba*), l'écorce de bois de Panama (*Quillaya Smegmadermos*), etc.

Le *Pichi* (*Fabiana imbricata*) se récolte en Argentine, au Chili et au Pérou et au Venezuela, on retire de l'écorce du *Guachamaca toxifera* un extrait toxique rappelant le curare.

Quant au *Condurango* (*Gonolobus Condurango*), drogue encore assez usitée en thérapeutique européenne, notamment en Allemagne, elle provient d'une liane de l'Equateur et de la Colombie qui croît vers l'altitude de 1.500 à 1.800 mètres.

Le *Matico* (*Piper augustifolium*), jadis médicament, n'est plus guère employé qu'en association avec l'*Arec*, le *Cachou*, la *Muscade* et le *Camphre* pour la préparation du masticatoire, dit *Bétel*, dont *Piper Betle* reste toutefois la base ; le Matico croît dans les terres humides du Brésil, du Venezuela et jusqu'au Pérou et en Bolivie.

Vient aussi du Para et du Maranham, vers l'embouchure de l'Amazone, une sorte de *Salsepareille* connue sur le marché sous le nom de *Salsepareille du Brésil*, assez courante sur le marché français.

C'est aussi de la région amazonienne du Para et de la Bolivie que proviennent les espèces de *Lonchocarpus à roténone* qui ont pris en peu de temps un si large place dans la lutte contre les insectes, vers et autres parasites animaux des cultures alimentaires, l'espèce la plus utilisée est le *Lonchocarpus Nicou*.

On les connaît dans le commerce sous les noms de *Nicou*, *Cubé*, *Timbo*, et leur importance ne fait que grandir du fait, comme pour le *Pyrèthre de Dalmatie*, de leur innocuité pour l'homme et les animaux à sang chaud.

Ces drogues parasiticides sont actuellement concurrencées par les nombreux dérivés de synthèse (DDT, HCH, esters phosphoriques, etc...).

Le *Tabac* est cultivé un peu partout en Amérique du Sud et les tabacs brésiliens ont une clientèle fidèle.

Je veux citer le *Fagara Coco*, arbuste de l'Argentine dont Deulofeu et ses collaborateurs ont isolé des alcaloïdes à action cardiaque, ce qui en fait un succédané de la quinidine (action déprimante sur le cœur, antifibrillante).

## Produits alimentaires

Dans tout l'est du Brésil on cultive le *Manioc* pour fabriquer la *Cassave* et le *Tapioca*, et l'on exporte aussi la fécule ; c'est une industrie agricole des plus importantes.

La *Canne à sucre* couvre de grandes étendues, surtout dans l'Etat de Para.

Les *Agrumes* (Oranges, Citrons, Mandarines, Pomelos) introduits en Argentine et en Uruguay, font maintenant l'objet d'un important commerce d'exportation, même avec les ports européens.

Enfin, l'exploitation des *Noix de Para* ou *Noix du Brésil*, graines du *Bertholetia excelsa*, dont l'amande rappelle comme saveur la noix de nos pays, aboutit à un trafic vers l'Europe et les U. S. A. qui ne cesse de croître.

A citer, enfin, le *Stewia Rebaudiana*, sorte d'Eupatoire de l'Argentine qui renferme un glucoside, la *rebaudine*, dont le pouvoir sucrant est voisin de celui de la saccharine.

## Matières grasses

L'*Arachide*, plante sans doute originaire du Brésil, y est revenue, sélectionnée par ailleurs pour la culture alimentaire qui s'étend chaque année dans l'est ; en outre, le Brésil et l'Amérique centrale sont les pays les plus riches en Palmiers dont un grand nombre sont susceptibles de donner, avec la pulpe de leurs fruits, par leurs amandes, des substances grasses, liquides ou concrètes, à la façon de l'*Elaeis* de Guinée. Celui-ci est remplacé en Colombie et jusqu'en Amérique centrale par l'*Elaeis melanococca* qui donne la graisse ou beurre de *Coquito* ou *Noli* ; le beurre de *Maripa* est retiré de l'*Attalea spectabilis*, la graisse de *Babassou* des *Orbignia speciosa* et *Attalea funifera* du Brésil, le beurre de *Tucuma* de l'*Astrocaryum vulgare*, etc..., etc.

Tous ces produits sont consommés sur place et n'apparaissent qu'exceptionnellement sur le marché européen de l'huilerie.

C'est encore de la feuille d'un Palmier du Brésil (*Copernica cerifera*) qu'on retire la sécrétion cireuse bien connue sous le nom de *Cire de Carnauba* qui est exportée en grandes quantités et reçoit de nombreuses applications comme « cire végétale », succédanée de la cire d'abeilles ; de même on exploite dans les Andes, de la Colombie au Pérou, la cire de Ceroxylon, produit d'un palmier, le *Ceroxylon andicola*.

Le *Lin* a été importé en Argentine où il existe de grandes cultures pour la préparation d'huile et de filasse ; on exporte aussi vers l'Europe des quantités élevées de graines.

### Drogues diverses

Dans certains Palmiers d'Afrique comme d'Amérique, l'albumen de la graine devient corné, dur, et il peut être travaillé pour donner de menus objets, mais c'est un Palmier de l'Amérique équatoriale qui donne le meilleur produit, le *Corozo*, servant surtout à la fabrication des boutons.

On exploite dans l'est du Brésil, mais pas tout à fait à l'égal du bois de Campêche de l'Amérique centrale, le *bois de Pernambouc* (*Cæsalpinia echinata*) qui fournit aussi une belle matière colorante rouge.

Mais une industrie très importante est celle du *Quebracho Coloradi* (*Loxopterygium Lorentzii*), bel arbre localisé en vastes peuplements dans la région moyenne et septentrionale du Parana et de l'Uruguay ; son exploitation inconsidérée menace un jour de diminution considérable, sinon de disparition totale, les vastes réserves qui existent encore ; on fabrique régionalement avec l'*écorce du Quebracho rouge* un extrait tannant estimé à l'égal de celui du Châtaignier et du Chêne par la mégisserie.

Les dénominations de *Rocou* ou *Orlean* ou *Orellan*, désignent une matière colorante encore en usage parfois pour colorer notamment le beurre, le fromage et qu'utilise aussi l'industrie des vernis, cirages, etc. ; c'est le produit pulpeux, gluant, rouge vif qui entoure les grains du *Bixa Orellana* de l'Amérique du Sud, arbuste transporté et cultivé dans toutes les régions tropicales.

Ce trop rapide exposé ne peut permettre une connaissance parfaite de toutes les drogues dont l'Amérique du Sud est si riche. Puisse-t-il au moins susciter de nouvelles recherches pour le plus grand bien et la santé des hommes !

René Fabre.

# CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES CARACTÈRES ACQUIS
## La callosité caudale

par Edmond DECHAMBRE
*Sous-Directeur au Muséum National d'Histoire Naturelle.*

La question des callosités, spécifiques et individuelles, a été souvent abordée à propos de l'hérédité des caractères acquis et j'ai présenté moi-même quelques réflexions sur ce sujet (1). Or, en pareil cas, il est très généralement fait état des callosités plantaires, des callosités sternales des Chameaux, des callosités carpiennes du Phacochère, des callosités fessières de certains Singes. Mais il est un type de callosités bien rarement évoqué, car je n'en ai pas trouvé trace dans les divers auteurs que j'ai consultés, ce sont les callosités caudales de certains Singes américains, les Atèles, Alouattes et Lagotriches.

Chez les Mammifères appartenant à divers Ordres, la queue sert d'organe de préhension, sans d'ailleurs qu'il en résulte toujours la formation de callosités. En voici quelques exemples.

Chez les Marsupiaux (Opposum, Philander cancrivore, Ph. énée, Chironectes, Phalanger, Eriscus...) la queue, préhensile, est ordinairement poilue à sa base, écailleuse vers son extrémité prenante, mais sans présenter d'aspect particulier dans cette partie en contact avec les objets saisis.

Les Pangolins ne possèdent pas d'écailles sur la face inférieure de la queue qui est dépourvue de callosité.

La queue des Tamanduas, Fourmiliers arboricoles américains, est un peu aplatie dans sa partie terminale, mais sans callosité. Cependant dans la forme naine voisine, *Cyclothurus didactylus*, la queue est dépourvue de poils sur la partie terminale de sa face inférieure. Elle ne présente pas à proprement parler d'épaississement de la peau formant callosité, mais l'aspect finement plissé de celle-ci en travers rappelle tout à fait celui d'une pelote digitale.

La queue des Coendous, Porcs-épics arboricoles américains, est préhensile, sans callosité : elle est seulement dépourvue de piquants à son extrémité et présente la particularité de se recourber vers

---

(1) Ed. DECHAMBRE. — Les callosités individuelles peuvent-elles devenir héréditaires ? *Mammalia*, T. XVII, n° 2, juin 1953.

le haut, contrairement à ce qui se passe chez les espèces précédentes, au moins celles que j'ai pu observer vivantes.

La Souris des moissons, *Micromys minutus*, de nos pays est pourvue d'une queue prenante mais sans particularités morphologiques.

Sur des Macroscélides, Insectivores de l'Afrique du Nord, *Elephantulus rozeti*, j'ai constaté, au milieu de la face inférieure de la queue une zone dépilée et dépigmentée de 15 mm. environ de long sur 2 à 3 mm. de large. A ce niveau le diamètre de la queue est nettement plus grand qu'à la base. Est-ce là le résultat du frottement sur les rochers ? car il ne s'agit pas ici de queue prenante.

Dans leur ensemble les Singes américains ont la queue prenante, mais à des degrés très différents.

Ainsi le Saki a une queue très touffue qui ne lui sert en rien pour la préhension. Le Saïmiri attire vers lui les objets à l'aide de sa longue queue, mais sans pouvoir les maintenir avec celle-ci. La queue du Sajou, entièrement couverte de poils, peut s'enrouler autour des branches, mais non servir à la préhension.

Chez les Atèles, Alouattes et Lagotriches, la queue est utilisée au même titre qu'un membre et son rôle est essentiel dans la vie arboricole. Son extrémité exécute les actes les plus délicats, comme un doigt à la fois très adroit et très puissant. Ainsi un Atèle est capable de passer sa queue entre les barreaux pour saisir une banane et la ramener dans sa cage.

L'extrémité de la queue de ces animaux présente des caractères très particuliers. La peau de sa face inférieure, dépourvue de poils présente tout à fait l'aspect de celle de la paume de la main ou d'un doigt : elle est mince, finement striée avec des plis en général transversaux.

Tous ces animaux, si différents par leur type originel (Marsupiaux, Edentés, Rongeurs, Singes) présentent le caractère commun de mener une vie arboricole avec laquelle le développement du caractère queue prenante semble bien ainsi en relation. Le terme extrême de cette spécialisation est présenté par les Singes chez lesquels nous constatons une callosité (Lagotriches, Alouattes, Atèles). Cette callosité, qualifiée de spécifique, doit donc être légitimement considérée comme acquise au même titre que les callosités fessières, sternales, carpiennes habituellement étudiées.

Mais le point sur lequel je désire actuellement attirer l'attention, c'est la présence de cette callosité chez le fœtus. Si ceci n'a pas encore été précisé, c'est sans doute à cause de la difficulté de se procurer des matériaux d'étude. Aussi dois-je vivement remercier

mon collègue J. Anthony de m'avoir signalé que les collections du Laboratoire d'Anatomie Comparée du Muséum possédaient un fœtus d'Alouatte, très près du terme ou peut-être nouveau-né âgé de quelques heures, car il est encore porteur d'un moignon de cordon ombilical (*Alouatta fusca* n° 1901,21, longueur du sommet du crâne à la base de la queue, 19 cm. ; longueur de la queue, 24 cm.). Or sur cette pièce la callosité caudale est remarquablement apparente. Elle mesure environ 10 cm. de long et son aspect est tout à fait comparable à celui qu'elle présente chez l'adulte : elle est parfaitement différenciée avec des stries et des plis cutanés très nets.

J'ai pu faire une observation de même ordre sur un très jeune Fourmilier nain (*Cyclothurus didactylus*) arrivé vivant avec sa mère au Vivarium du Muséum.

Ce sujet ne quittait pas encore sa mère qu'il têtait toujours et sa queue n'avait ainsi jamais été en contact avec des corps durs. Elle présentait cependant une dépilation à son extrémité rappelant celle de l'adulte sauf toutefois que la peau, lisse et rosée, paraissait moins différenciée que chez celui-ci. Bien qu'il s'agisse ici d'un jeune, étant donnée la rareté de ces animaux, je crois utile de signaler cette observation qui permet de conclure légitimement que la callosité est formée chez le fœtus.

Il est ainsi nettement établi qu'une callosité peut apparaître sur le fœtus antérieurement à toute action mécanique. De son grand état de différenciation à la naissance il est permis d'inférer que son apparition remonte à une très haute antiquité, supérieure sans doute à celle des callosités carpiennes du Phacochère, moins apparentes à la naissance, de l'ordre de celle des callosités plantaires avec lesquelles elle présente beaucoup d'analogies.

L'évolution de la callosité caudale a vraisemblablement suivi le processus que j'ai invoqué à propos des autres callosités acquises et que je résume brièvement.

A l'origine, la callosité est produite par un mécanisme déjà régulièrement transmis puisque tous les individus sont capables de présenter des callosités sur tous les points du corps soumis à des frottements répétés. Au cours des générations ce mécanisme entre en jeu sur des organismes de plus en plus jeunes et sous des actions extérieures de plus en plus faibles, puis il se lie à un enchaînement de déterminants internes qui, à leur tour deviennent de plus en plus précoces. Ainsi s'expliquerait, par un processus analogue à celui du dressage, l'apparition de callosités chez le fœtus avant toute excitation mécanique extérieure.

Ce n'est donc pas à proprement parler la callosité elle-même qui serait acquise et transmise, mais uniquement l'aptitude de certains mécanismes à fonctionner de plus en plus tôt et efficacement.

Une dernière remarque, à propos de la callosité caudale. Celle-ci ne constitue qu'un caractère morphologique apparaissant seulement au degré le plus élevé de la spécialisation de la queue prenante. Mais auparavant d'autres modifications, indispensables pour permettre l'utilisation de la queue, sont intervenues. Les plus essentielles concernent les muscles et les centres nerveux. Elles existent certainement et sont régulièrement transmises chez les animaux dont la queue préhensile ne présente pas de modifications apparentes extérieurement.

Ce que nous constatons comme « caractère acquis », la callosité, caractère morphologique, a été ainsi précédé de modifications physiologiques dont la transmission héréditaire ne peut être mise en doute. Ceci confirme l'opinion que j'ai déjà exposée : les caractères morphologiques adaptatifs ne sont que secondaires, les modifications physiologiques, qui souvent passent inaperçues, les précèdent nécessairement (1).

Je ne prétends pas pour autant que la question soit résolue définitivement, car il est possible d'invoquer à l'encontre de la callosité caudale les mêmes objections qu'à l'égard des autres callosités. Mais il m'a semblé quand même qu'il y avait là un argument important en faveur de l'hérédité des caractères acquis.

Ed. DECHAMBRE.

(1) Ed. DECHAMBRE. — Etude des relations entre l'adaptation physiologique et la morphologie chez quelques types de Mammifères domestiques et sauvages. *Mém. Mus. nat. Hist. Nat.* (Nlle Sie), T. XXVI, p. 75-241.

---



# LES LIVRES

**BERGERON (J.). — Savons et Détergents.** — Un vol. in-16 de 200 p., 24 fig. Collection Librairie Armand Colin, Paris, 1954. Prix : 250 francs.

L'auteur, après avoir présentré les différentes méthodes de fabrication du savon et les théories sur lesquelles ces méthodes sont basés, fait le tour des différentes variétés de savon et de leurs utilisations. Il fait ensuite une revue des principaux détergents modernes, pour enfin traiter des propriétés qui leur sont communes avec le savon.

Ce manuel, N° 292 de la classique **Collection Armand Colin**, fournit l'essentiel des connaissances actuelles sur ces sujets, sans qu'il soit nécessaire au lecteur de posséder des notions étendues de Chimie et de Phisyco-Chimie. Pour les techniciens quels qu'ils soient, il sera une introduction à la Chimie et surtout à l'application de ces détergents qui ont des propriétés tellement intéressantes qu'il ny a pas actuellement d'industries qui ne fasse appel à eux.

**E. CATTELAIN.**

**COR (P.). — Emulsions, Mousses, Détersion.** — Un volume XVI. 130 pages Collection Dundt, Paris, 1955. Sans indication de prix.

L'universalité de l'usage des produits détersifs, non seulement pour les besoins ménagers et l'hygiène, mais aussi dans une foule d'industries (textiles, métallurgiques, industries de synthèse plus récemment) a donné une vive impulsion aux recherches les concernant, à la fois dans le domaine purement scientifique et dans celui des réalisations pratiques. Un premier Congrès mondial de la détergence, réuni à Paris en 1954, témoigne de l'importance que lui prête le monde savant.

L'auteur a groupé dans cet ouvrage, de façon aussi brève que possible l'ensemble des phénomènes et des lois qui régissent les dispersions, en essayant d'en donner des explications, relativement simples. Le livre de **M. COR** est préfacé par **M. PEGAGNOL**, Professeur agrégé de Physique, Directeur scientifique des Laboratoires de Recherches de la Compagnie Saint-Gobain.

E. CATTELAIN.

**W. HEITLER. . The quantum theory of radiation (Théorie quantique du rayonnement).** 3[e] édition. Un vol. XIII-430 p., The International series of monographs on physics. Oxford, 1954, Clarendon Press, Geoffrey Cumberlege édit. Prix : 45 sh.

La première édition de la Quantum Theorie of Radiation de W. Heitler, mise au point de l'application de la théorie quantique des champs à l'étude des phénomènes d'interaction entre matière et rayonnement a constitué l'une des bases des principales recherches de physique théorique corpusculaire, atomique ou nucléaire, poursuivies depuis sa publication

La première édition de 1934 comptait 252 pages, la réédition de 1954 est un fort volume de 430 pages, et cependant, cette extension indispensable

ne donne qu'une mesure réduite de la prodigieuse évolution de la mécanique quantique depuis vingt ans. Les développements récents de la théorie quantique des champs permettent maintenant, par un nouveau formalisme mathématique, dont les ambiguïtés commencent à s'éliminer, d'écarter les difficultés conceptuelles que lui opposaient de nombreux physiciens. Certes, le cadre mathématique actuel de la théorie quantique des champs n'est pas définitif, mais la valeur des résultats obtenus n'est pas contestable, lorsque cette théorie est appliquée aux phénomènes électromagnétiques. L'ouvrage de M. Heitler, mettant en parallèle la théorie mathématique et ses applications permettra probablement de mieux juger la valeur de la théorie quantique des champs et de mieux comprendre l'origine exacte, mathématique ou conceptuelle, des difficultés rencontrées dans l'extension de cette théorie au domaine nucléaire.

La nouvelle édition de l'ouvrage de W. Heitler est divisée en sept parties.

La première partie expose avec d'importants compléments sur la première édition la théorie classique du rayonnement. La seconde partie introduit le formalisme de la quantification du champ électromagnétique dans le vide et contient notamment une analyse approfondie des propriétés et des représentations des fonctions singulières $\delta$, $\Delta$ et D. La troisième partie expose le formalisme de la théorie de l'électron de Dirac et sa seconde quantification. La quatrième partie étudie les méthodes de perturbations et leurs applications, soit aux états libres, soit aux états liés. Le chapitre V, le plus important de l'ouvrage, examine successivement les applications de la théorie générale aux processus radiatifs de la première approximation : processus d'émission et d'absorption, largeur naturelle des raies spectrales, dispersion et effet Raman, fluorescence, effet photoélectrique, effets Compton simple et multiple, diffusion électronique, théorie du rayonnement de freinage, création des paires électron-position, annihilation des électrons positifs, théorie du positronium.

La sixième partie discute les évaluations des corrections dites radiatives et les renormalisations : évolution des éléments de matrices associés aux graphes de Feynman, fluctuations du vide, énergie propre et renormalisation de la masse de l'électron, moment magnétique anormal de l'électron, polarisation du vide, correction radiatives relatives aux états libres et aux états liés, effet Lamb-Retherford, procédés de « régularisation ». Le chapitre 7 rassemble les résultats théoriques permettant le calcul du pouvoir de pénétration dans la matière des rayonnements de haute énergie et développe notamment la théorie des gerbes du rayonnement cosmique. Une série d'appendices mathématiques complète l'ouvrage.

Rassemblant des résultats dont la connaissance est indispensable à la poursuite des recherches modernes, le livre de M. W. Heitler figurera dans la bibliothèque de tous les physiciens.

G. PETIAU.

**MARTIN (C. N.). — Tables numériques de Physique nucléaire.** — Préface de M. Louis de Broglie. — Textes français-anglais. — Un vol. in-8° (16 × 25), IX-260 p., Paris, 1954, Gauthier-Villars Edit. Prix : 1.800-2.200 fr.

Le jeune physicien C. N. Martin, du groupe de physique théorique de l'Institut H. Poincaré, a calculé et rassemblé dans cet ouvrage une série de 14 tables de valeurs numériques à l'usage des spécialistes de physique nucléaire, tant expérimentateurs que théoriciens.

Ces tables sont réparties en deux groupes.

Un premier groupe comprend six tables basées sur une formule semi-empirique de von Weizsäcker, donnant la masse d'un atome dont le noyau est composé de A nucléons et de Z protons, formule dont les coefficients ont été ajustés en fonction des dernières données expérimentales, par Fermi.

Les tables 1 et 2 donnent 3.760 valeurs de masses pour A depuis 10 jusqu'à 280, Z variant de 2 à 115 de façon à recouvrir toutes les masses d'isotopes connus et aussi les valeurs d'environ deux fois plus d'isotopes, en vue de recherches à venir. Les tables 3 et 4 donnent pour les mêmes intervalles de A et de Z que la table 1, les énergies de transition déta et alpha entre niveau fondamentaux, énergies exprimées en MeV. La table 5 donne en millième d'unité de masse nucléaire les énergies de liaison d'un neutron, deux neutrons, un proton, deux protons, un triton, une particule alpha dans six noyaux différents de même A comprenant et entourant les Z relatifs aux noyaux bétastables. La table 6 indique pour l'isotope stable le plus abondant d'un élément déterminé la valeur de chacun des six termes de la formule de Weizsäcker, qui a servi à calculer les masses M.

La seconde partie réunit différentes tables de valeurs numériques qui se présente dans les calculs de physique nucléaire : la table 7 donne la valeur du rayon R d'un noyau en fonction de A et de diverses valeurs de ro. Les tables 8 et 9 donnent les valeurs du terme A (A — $\alpha$) qui s'introduit dans la valeur du seuil des réactions nucléaires. La table 10 donne en MeV l'énergie totale de la désintégration et l'énergie cinétique emportée par la particule $\alpha$ dans les désintégrations $\alpha$. La table 11 donne des valeurs numériques d'un facteur intervenant dans la formule de Gamow qui exprime la période d'un radioélément émetteur d'une particule chargée en fonction de l'énergie disponible au cours de la transition. La table 12 donne la valeur en MeV de la hauteur de la barrière d'énergie potentielle coulombienne des noyaux stables en présence de particules chargées et de noyaux légers allant jusqu'au néon 20. La table 13 donne les valeurs numériques de la surface géométrique apparente des noyaux depuis A = 2 jusqu'à A = 280 exprimées en barns. La table 14 permet la conversion des unités de masses nucléaires en MeV. Une table en appendice donne les masses expérimentales des atomes légers et rassemble les valeurs des principales constantes atomiques.

Le texte bilingue français-anglais, une présentation et une impression particulièrement soignée facilitent l'utilisation de cet important ouvrage.

G. PETIAU.

**A. OBRÉ, F. CAMPAN et R. CHANTON. — Biologie cellulaire.** — Un vol. in-8° de 334 p., 230 fig. Collection « Biologie », G. Doin et Cie, 8, place de l'Odéon, Paris (6e). Prix : 1.500 francs.

La biologie cellulaire est à la base de la biologie générale, c'est dire toute son importance. Les progrès de cette science sont solidaires des perfectionnements des techniques microscopiques et des nouvelles acquisitions en chimie biologique et en physiologie.

Ce volume est un traité correspondant au programme des candidats aux grandes Ecoles biologiques (Institut National Agronomique, Ecoles Nationales d'Agriculture, Ecoles Nationales Vétérinaires) et aux Ecoles Normales Supérieures. Il sera également fort utile aux étudiants (P. C. B., S. P. C. B., licence).

Il est impossible d'analyser en détail un traité ou un manuel ; les titres des grands chapitres donneront une idée des phénomènes étudiés : méthodes d'études de la cellule, caractères généraux de la cellule, le protoplasme cellulaire ou matière vivante, les constituants morphologiques du protoplasme, le paraplasme, physiologie cellulaire, respiration cellulaire, fermentations, les mouvements cellulaires, la multiplication cellulaire.

Rédigé par trois biologistes possédant une profonde expérience pédagogique, ce manuel clair possède un plan logique, des figures et des schmas nets. Il constitue un excellent instrument de travail que les élèves sauront apprécier.

A. TÉTRY.

**Y. PLACE. — Cours sur les ondes ultra-courtes.** — Eyrolles éditeur, Paris, 1953, 185 pages, 232 figures.

Cet ouvrage, de la collection des cours professionnels des P. T. T., donne la théorie élémentaire et les applications des ondes métriques, décimétriques, centimétriques. Il comporte huit divisions fondamentales :

I. Les systèmes de transmission.
II. Les circuits.
III. Les aériens.
IV. Les tubes électroniques.
V. La propagation.
VI. La modulation de fréquence.
VII. La modulation par impulsions.
VIII. Les applications des ondes ultra-courtes.

M. PARODI.

**POUQUET (J.). — Les Antilles Françaises.** — Un vol. in-12, 128 pages, 9 figures. Collection Que sais-je ? Paris, 1952. Presses Univ. Fr. Edit.

Nous avons déjà rendu compte ici même de deux ouvrages du même auteur, sur l'érosion et les déserts. Ce nouveau livre, consacré aux **Isles,** est fort bien conçu.

La première partie est consacrée à la découverte et aux temps de la traite des Noirs, la seconde aux supports de l'économie antillaise : le relief, le climat, l'hydrographie, la végétation et les hommes. Dans la troisième partie, l'auteur peut alors présenter l'économie actuelle : la banane et la canne à sucre constituent des richesses, mais l'agriculture reste archaïque et toutes les techniques restent rudimentaires, qu'il s'agisse de la pêche ou de la réparation des moteurs. Mais toutefois, cet aspect tend à disparaître et les nouveaux départements français sont en train d'évoluer rapidement, sous la direction d'un petit nombre de techniciens et d'hommes de science. La période de la plantation semble révolue sans que le charme des Isles soit encore évanoui.

L'auetur a atteint son but : montrer l'interdépendance de l'histoire et de la géographie, brosser un tableau de l'économie antillaise, faire mieux connaître nos départements américains.

**R. FURON.**

**TERRIEN (J.), MARÉCHAL (A.). — Optique théorique.** — Collection « Que Sais-je ? », n° 615, un vol. 128 p., Presses Universitaires de France édit., Paris, 1954.

Ce petit livre donne une excellente vue d'ensemble sur les principaux phénomènes de l'optique classique en tenant compte des travaux importants qui en ont renouvelé certains aspects dans ces dernières années.

Après une introduction historique, les auteurs examinent successivement les caractères de la propagation lumineuse (vitesse de la lumière, réflexion et réfraction, propagation en milieu non homogène), les phénomènes d'interférences (production des interférences, franges de lames minces, interférences à ondes multiples, interférences produites par des couches minces et applications), les phénomènes de diffraction (principe de Huygens-Fresnel, franges de Fresnel, diffraction et aberrations, images d'objets étendus et cohérence de la lumière, microscope à contraste de phase, réseaux), les phénomènes de polarisation (polarisation rectiligne, propogation des ondes dans les cristaux, effet Kerr, polarisation rotatoire), la théorie classique de l'optique géométrique (principe de Fermat, aberrations). Un dernier chapitre expose sommairement les théories de l'interaction entre matière et lumière : théorie de Maxwell, théorie de Lorentz, quantum de Planck, effet Compton, théories quantiques.

G. PETIAU.

J. **TIMMERMANS. — Les Constantes physiques des Composés organiques cristallisés** (essai de stoechiométrie), Masson Edit. 5.700 francs.

L'ouvrage du Professeur Timmermans nous présente de très nombreuses données relatives aux propriétés physiques des substances organiques cristallisées.

Le premier chapitre est réservé aux généralités, aux conceptions actuelles de l'état cristallin, à la classification du polymorphisme en deux catégories : en antiotropie et monotropie, avec de nombreux exemples.

Viennent ensuite l'étude de quelques propriétés physiques : Chaleur spécifique, Constante diélectrique, Densité et Volume spécifique, Propriétés mécaniques, Propriétés électromagnétiques.

L'auteur met en garde contre les difficultés d'obtenir de bonnes mesures, et incite à beaucoup de prudence l'expérimentateur non spécialisé.

Le second chapitre traite de l'équilibre solide-liquide. L'auteur se livre à une sévère critique des méthodes de détermination des points de fusion ; il nous fournit de très nombreuses données numériques, dont il discute la valeur, et en particulier des chiffres tirés de ses propres expériences.

En ce qui concerne les séries proprement homologues, il énonce la loi de convergence : dans toutes les séries, les points de fusion tendent vers une limite quand le nombre des groupes $CH_2$ de la chaîne polyméthylénique augmente indéfiniment. Cette loi, bien vérifiée en général pour les molécules unifonctionnelles, l'est aussi, la plupart du temps, dans les séries plurifonctionnelles.

Il s'étend longuement sur les régularités observées en ce qui concerne les termes élevés des séries et donne ensuite quelques indications sur les têtes de séries.

Il distingue nettement les molécules globulaires, les molécules à une dimension, les molécules à deux dimensions, les molécules tridimensionnelles, qui ne sauraient être rattachées les unes aux autres sans arbitraire.

Le troisième chapitre étudie la cinétique et la thermodynamique de la cristallisation, en particulier la cristallisation ou la tranformation polymorphique sous pression élevée, et les renseignements relatifs au volume de fusion et à la chaleur de fusion.

Une conlusion met en relief les points de vues originaux de l'auteur, et en particulier une analogie entre l'état globulaire et l'état liquide anisotrope. La différence essentielle est que la température de fusion limite supérieurement le domaine globulaire, alors qu'elle limite inférieurement le domaine anisotrope, mais, état globulaire et état anisotrope sont l'un et l'autre intermédiaires entre l'état cristallin proprement dit et l'état liquide proprement dit.

Le livre du Professeur Timmermans renferme un nombre considérable de données numériques fort utiles au chimiste, ainsi que des règles plus ou moins empiriques qui peuvent le guider dans la discrimination entre substances nouvelles inconnues au moyen des points de fusion.

Toutefois la plupart de ces règles souffrent des exceptions dont il n'est pas toujours aisé de trouver une explication satisfaisante. Il faut en conclure que les théories physiques, que l'auteur ne fait d'ailleurs qu'effleurer, sont encore trop imparfaites pour conduire à une stoechiométrie rigoureuse. On ne saurait lui reprocher car il nous offre très honnêtement ces règles sans masquer leurs imperfections.

**Ch. PRÉVOST.**

Dépôt légal 1er trimestre 1955 : n° 5601. Le Gérant : R. CONSTAN.
Imprimerie Jacques et Demontrond, Besançon. — 4927 - 3-55.